

**THE BOOK WAS
DRENCHED**

UNIVERSAL
LIBRARY

OU_191149

UNIVERSAL
LIBRARY



١٦١١٤٦

٤٥٢٠
١٨

مجموع اشكال

رياض المختار

مرآة المقاتل والادوار

تأليف

البصر الزنار ومفيد دعائم للماتر والاعمار
ومجسد معالم السلام في هذه الاعصار صاحب الدولة

الغازي أحمد باشا مختار

ترجمه

من التركيبة الى العربية

حنزة تقيت بك منصور

(بن)

(الطبعة الاولى)

بالطبعة الكبرى الاميرية ببولاق مصر المحبسة

سنة ١٣٠٦

هجرية

١٤٨٨



كتاب المرأة

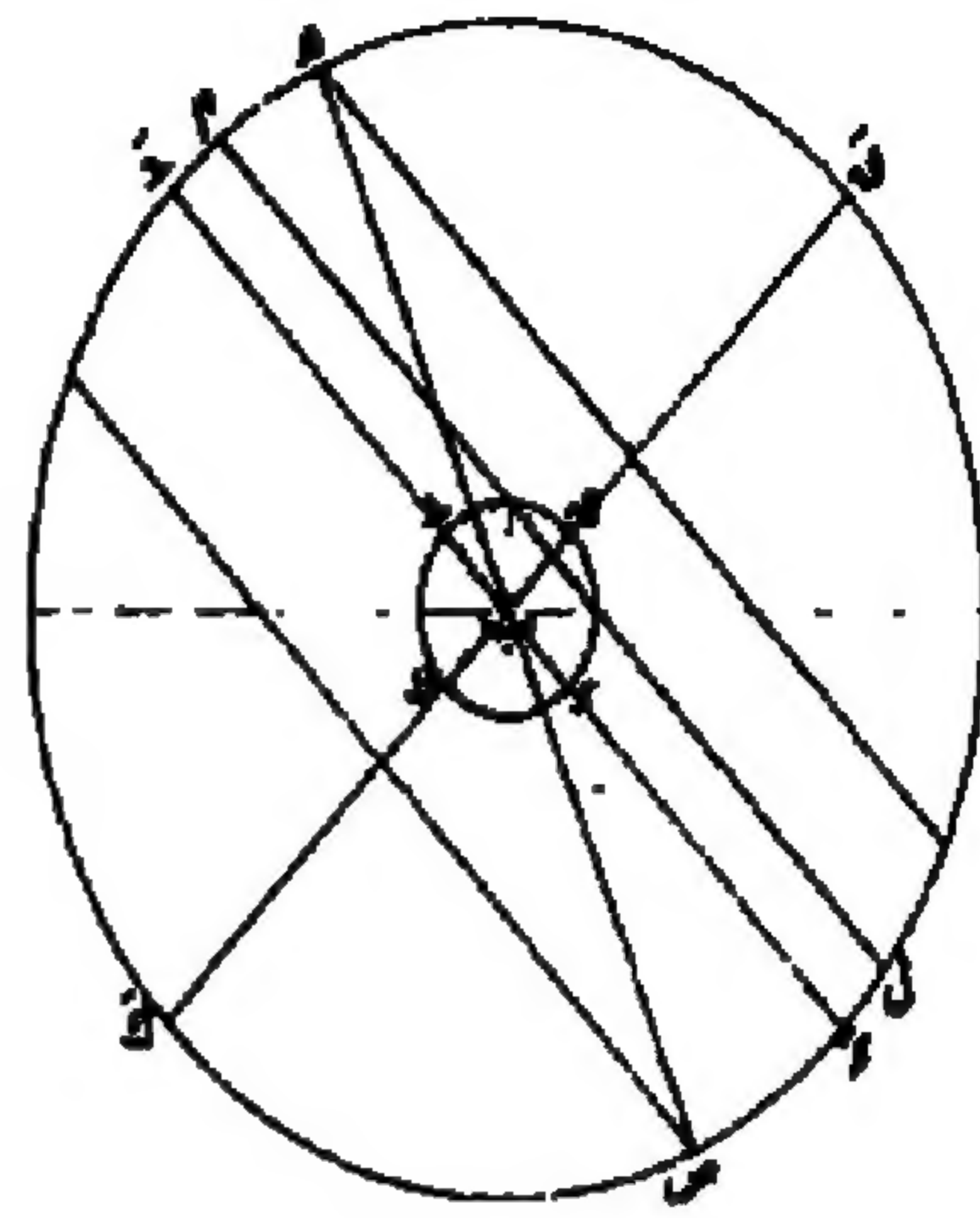
مرآة الميقات والادوار

تأليف

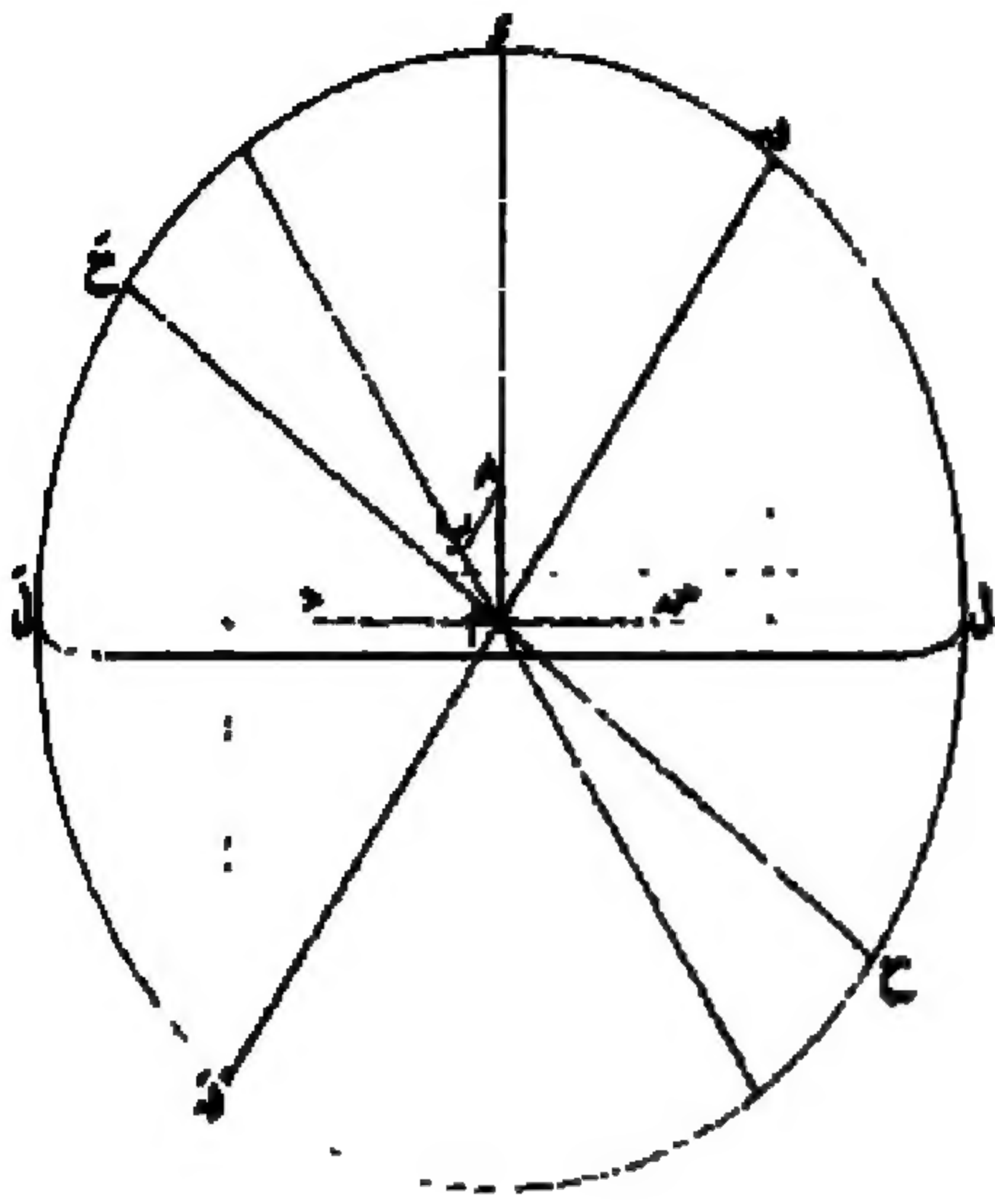
الغازي أحمد محمد ناشأ

طبع مطبعة خيرية في فندى الرشام بحمص
١٣٠٣ هـ

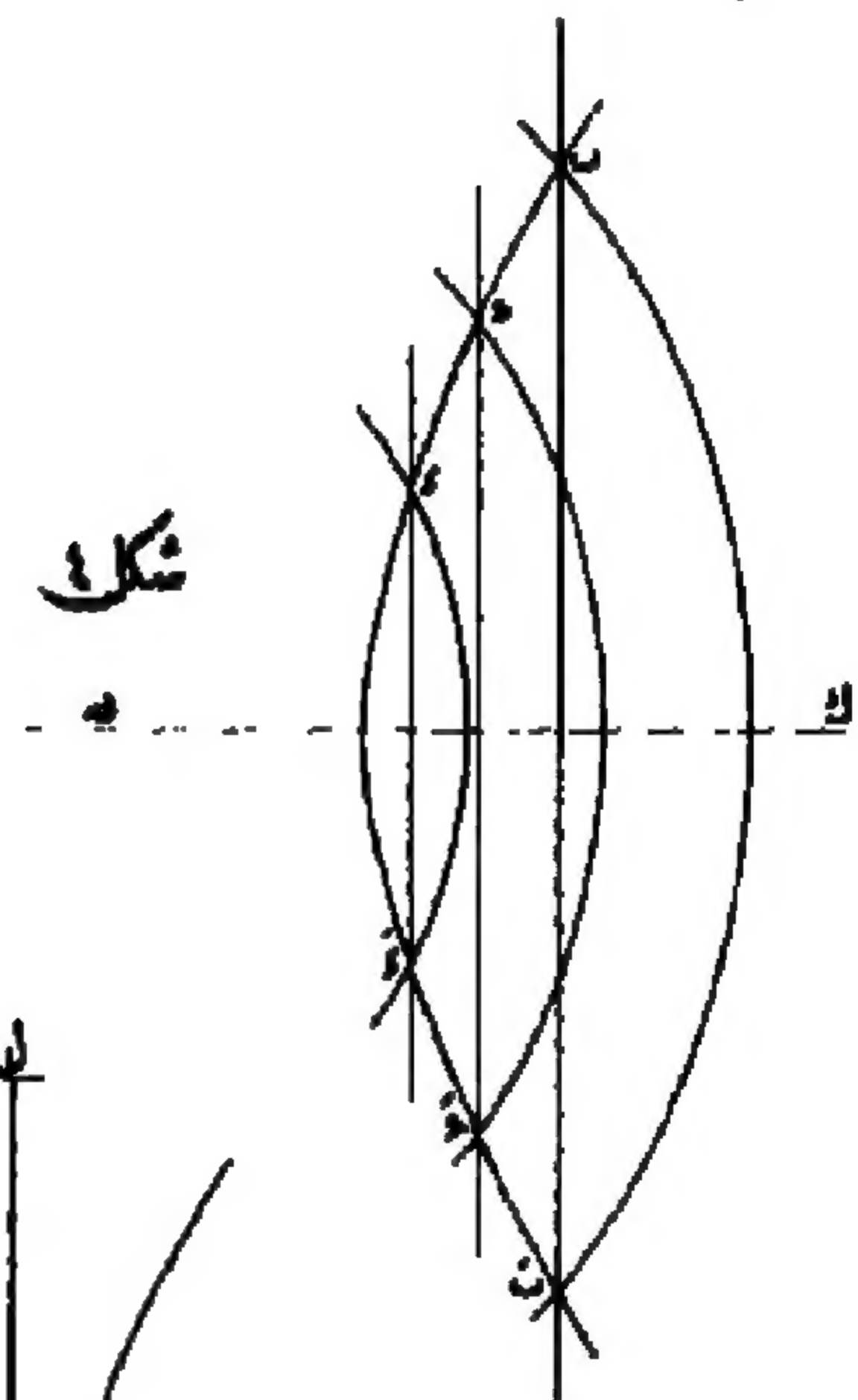
شكل ١



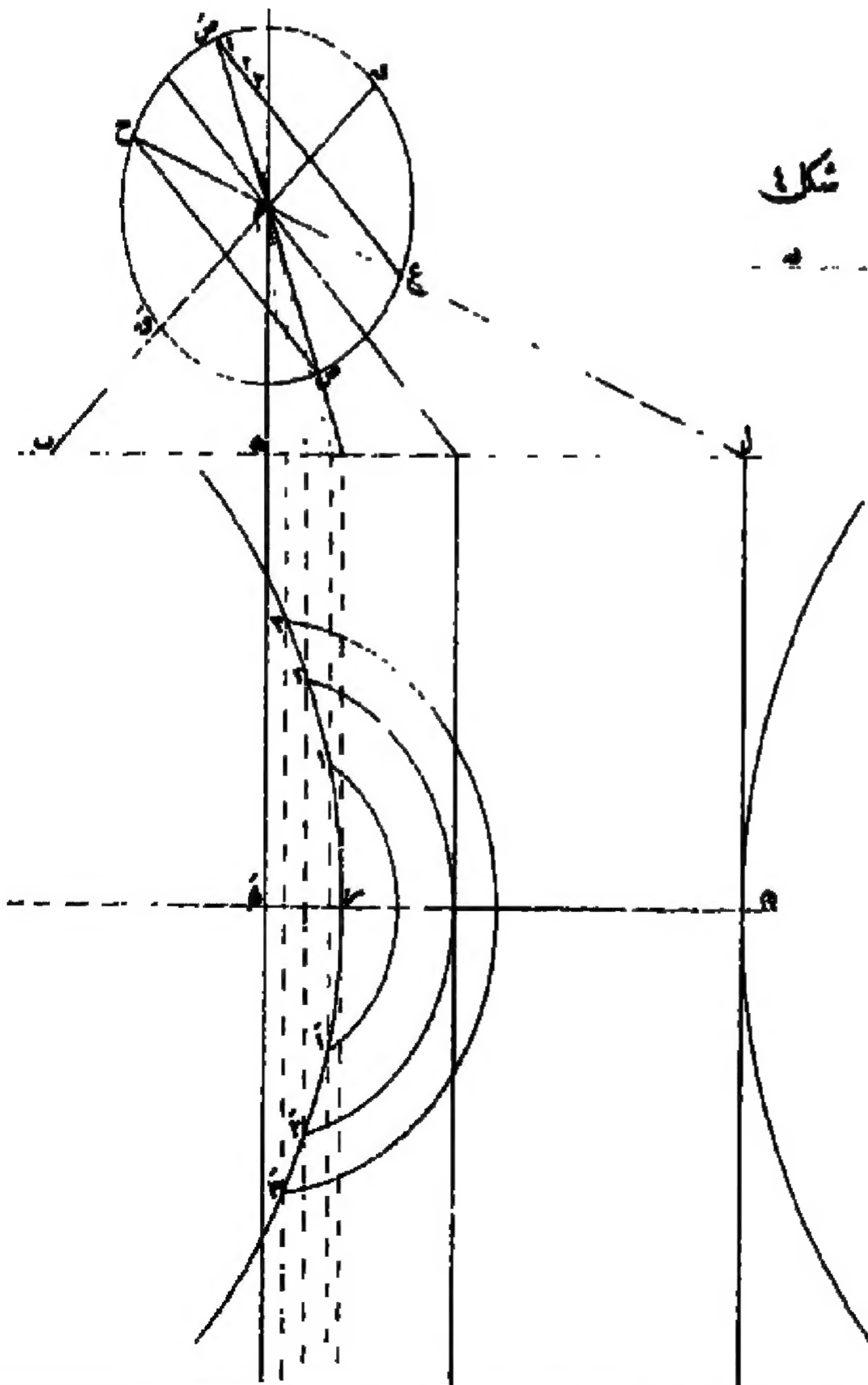
شكل ٢

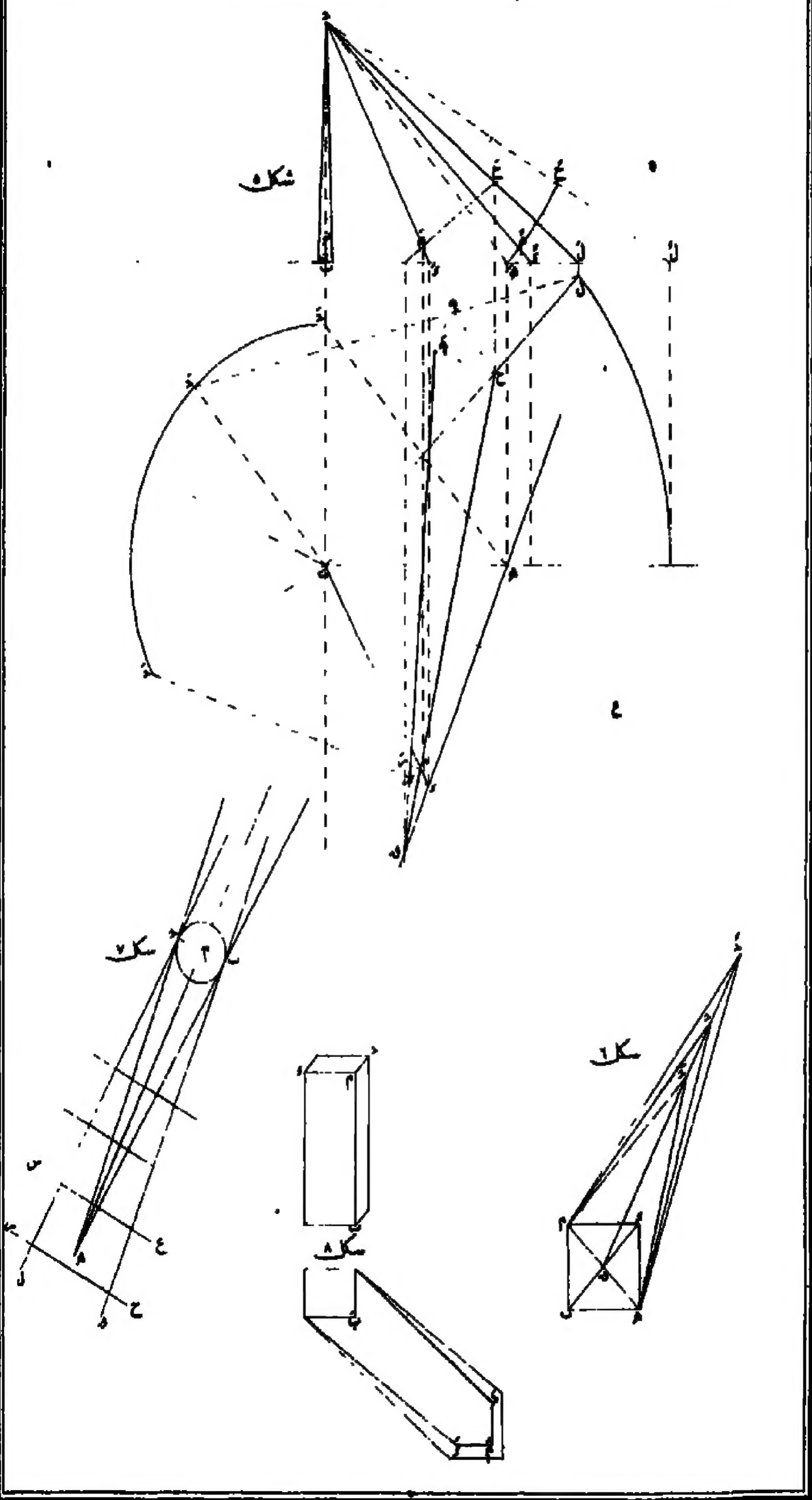


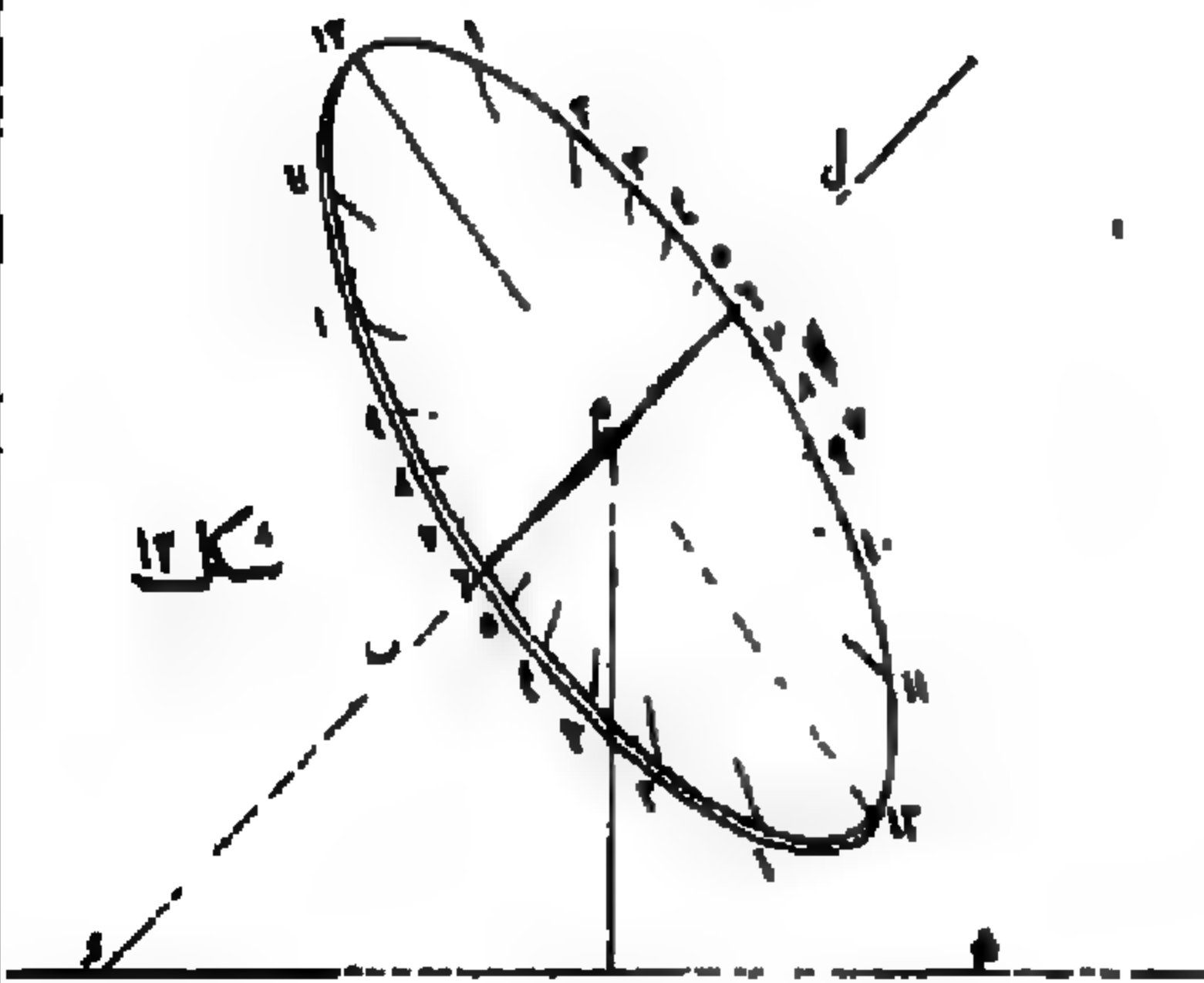
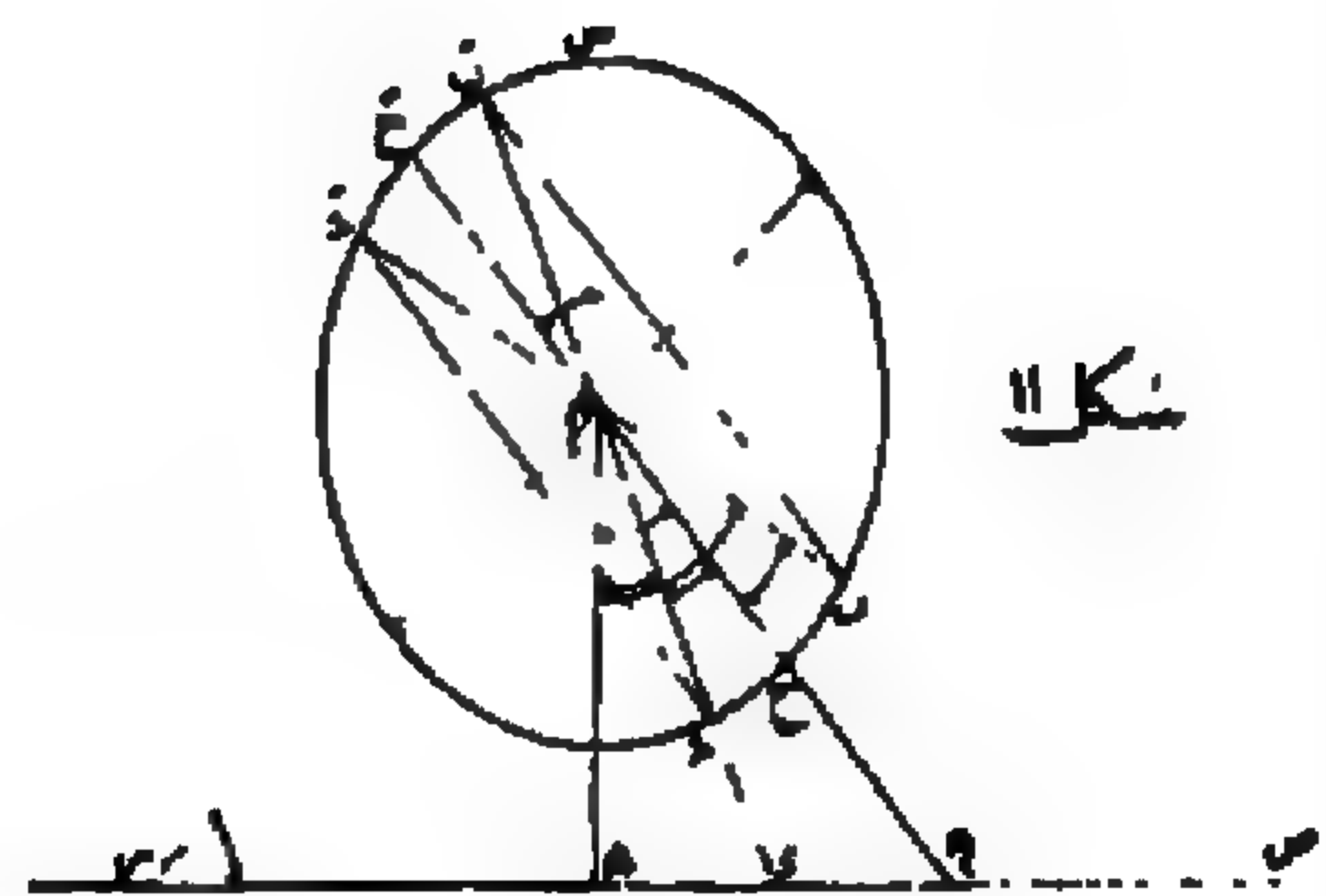
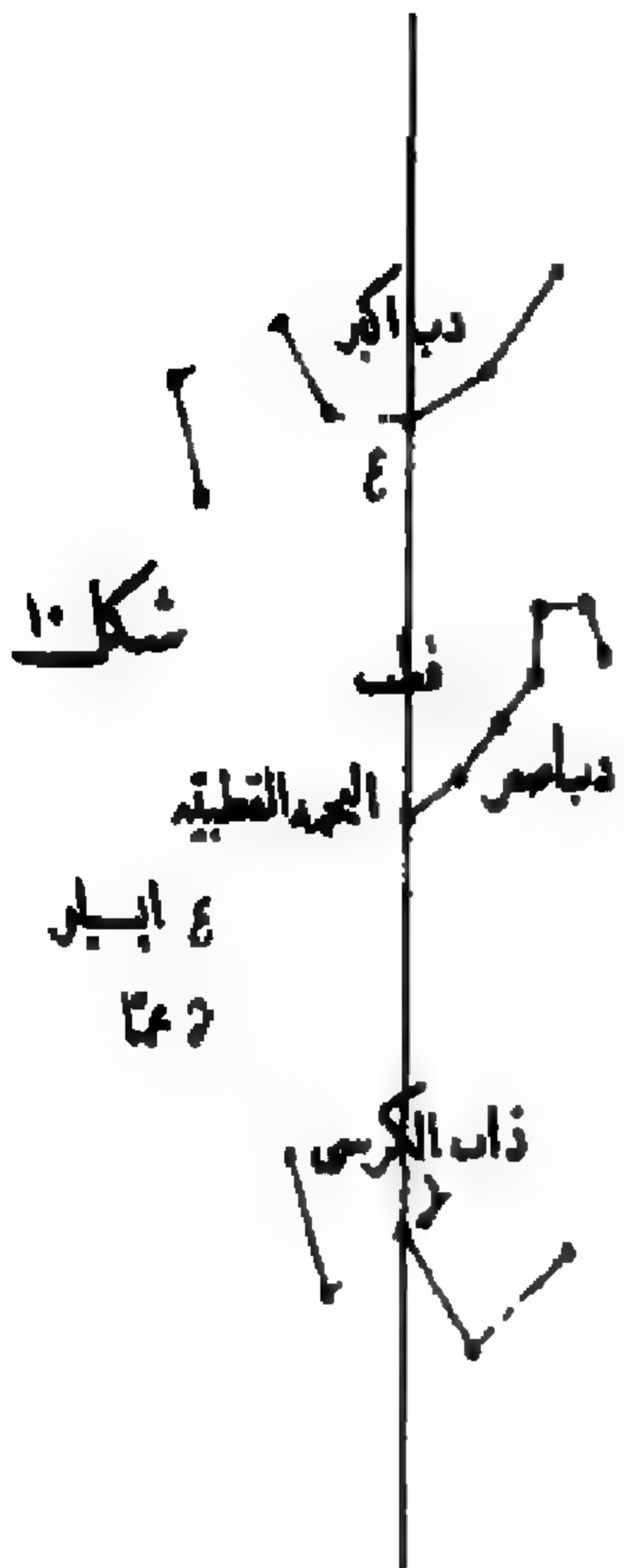
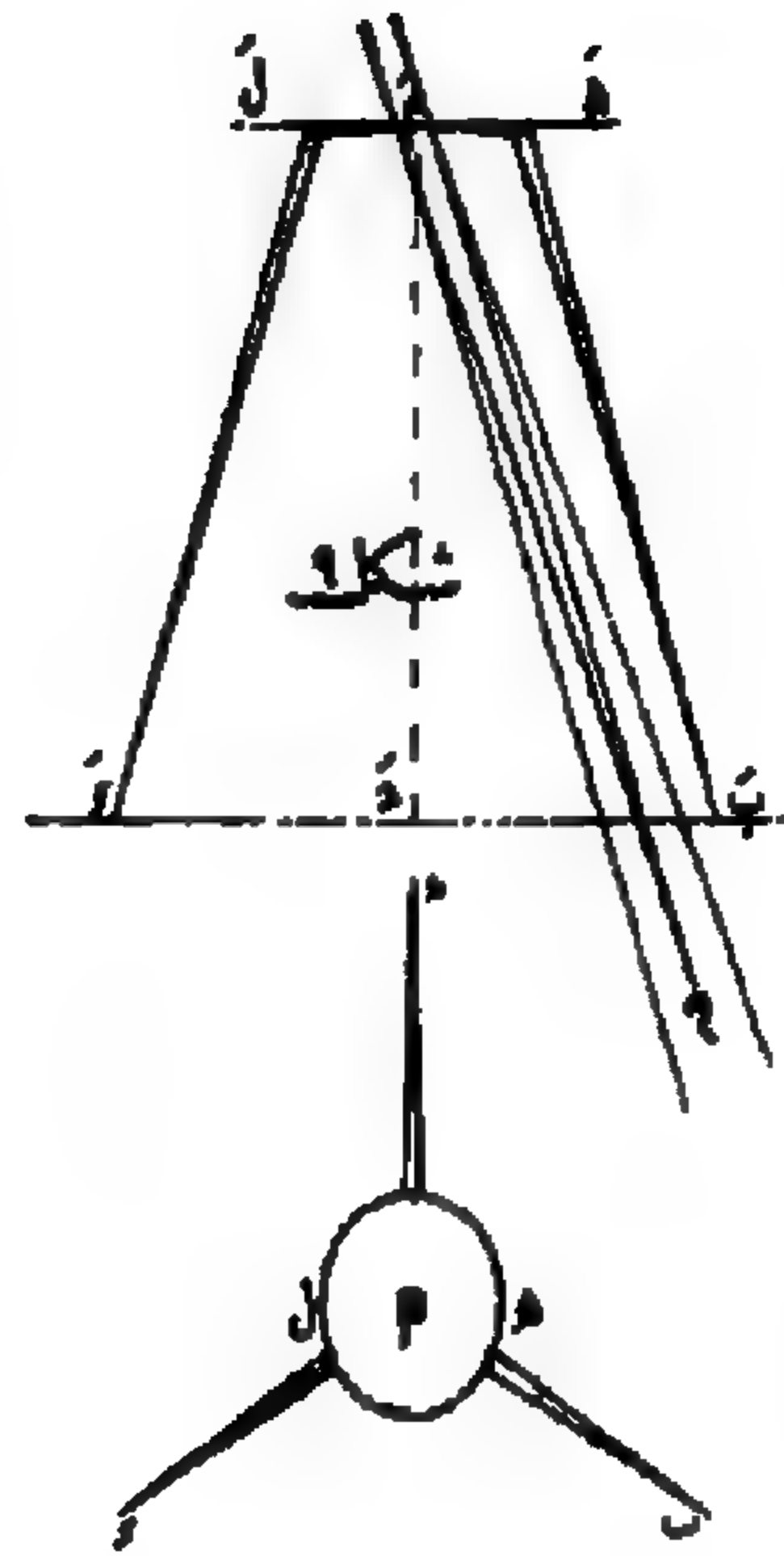
شكل ٣



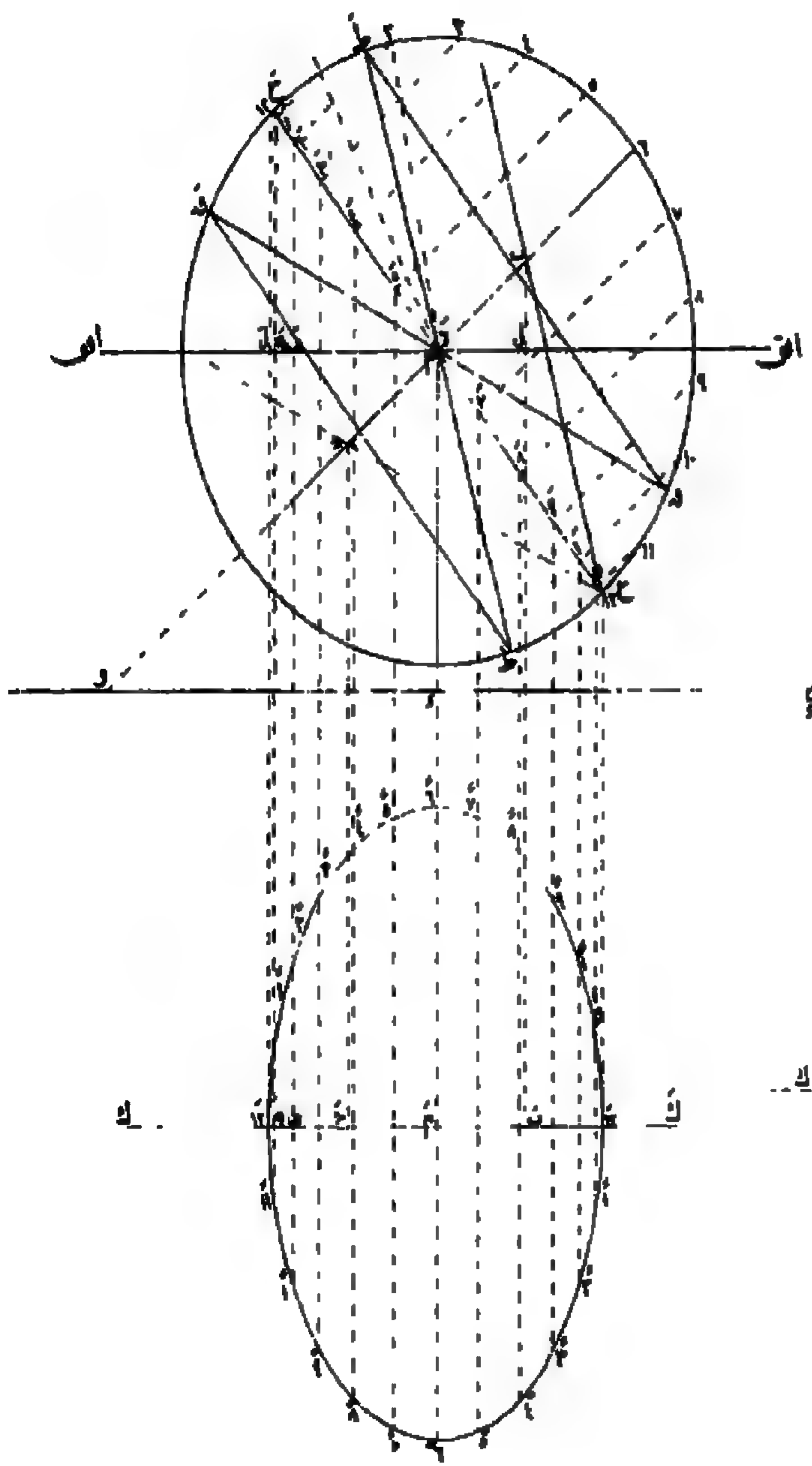
شكل ٤



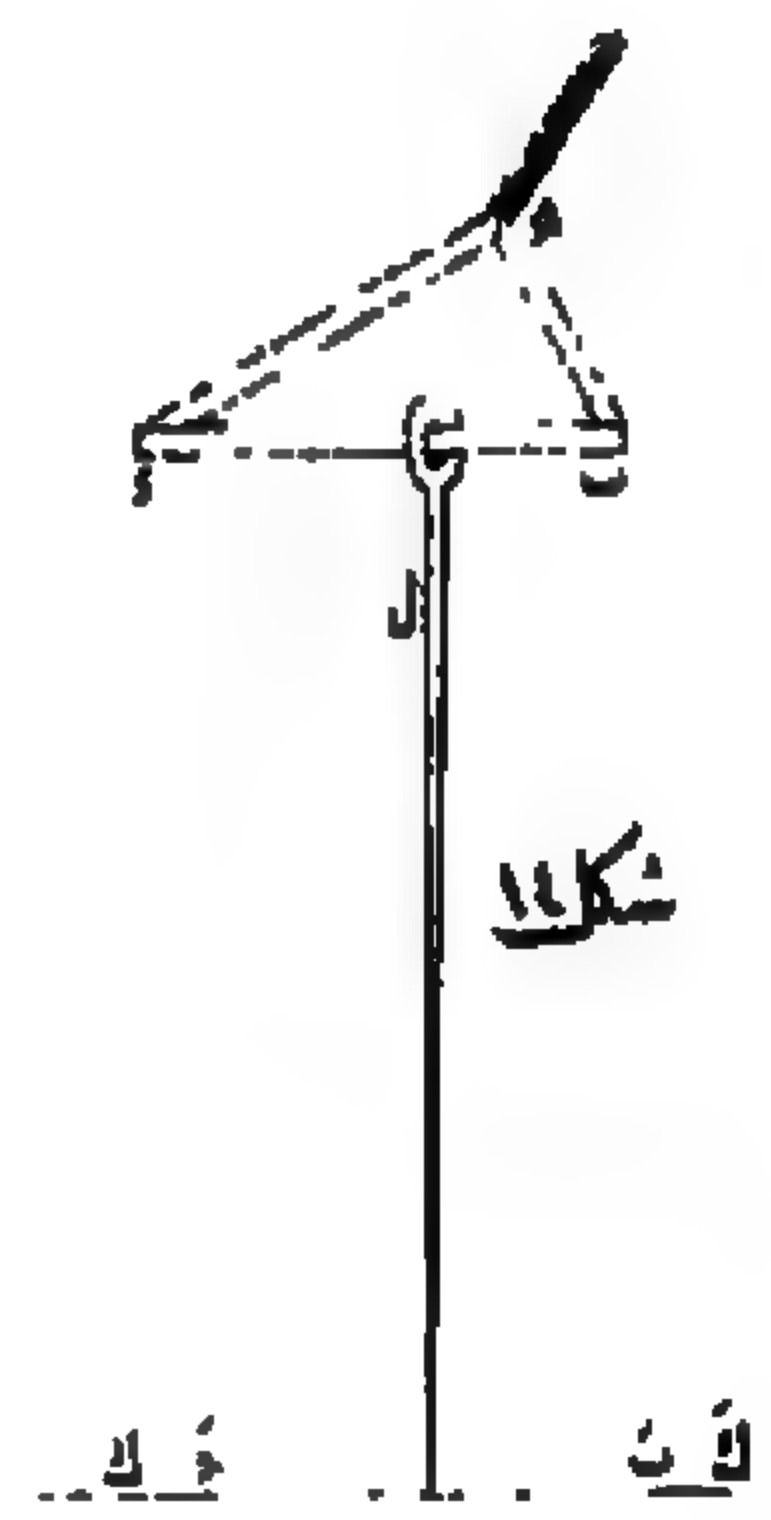


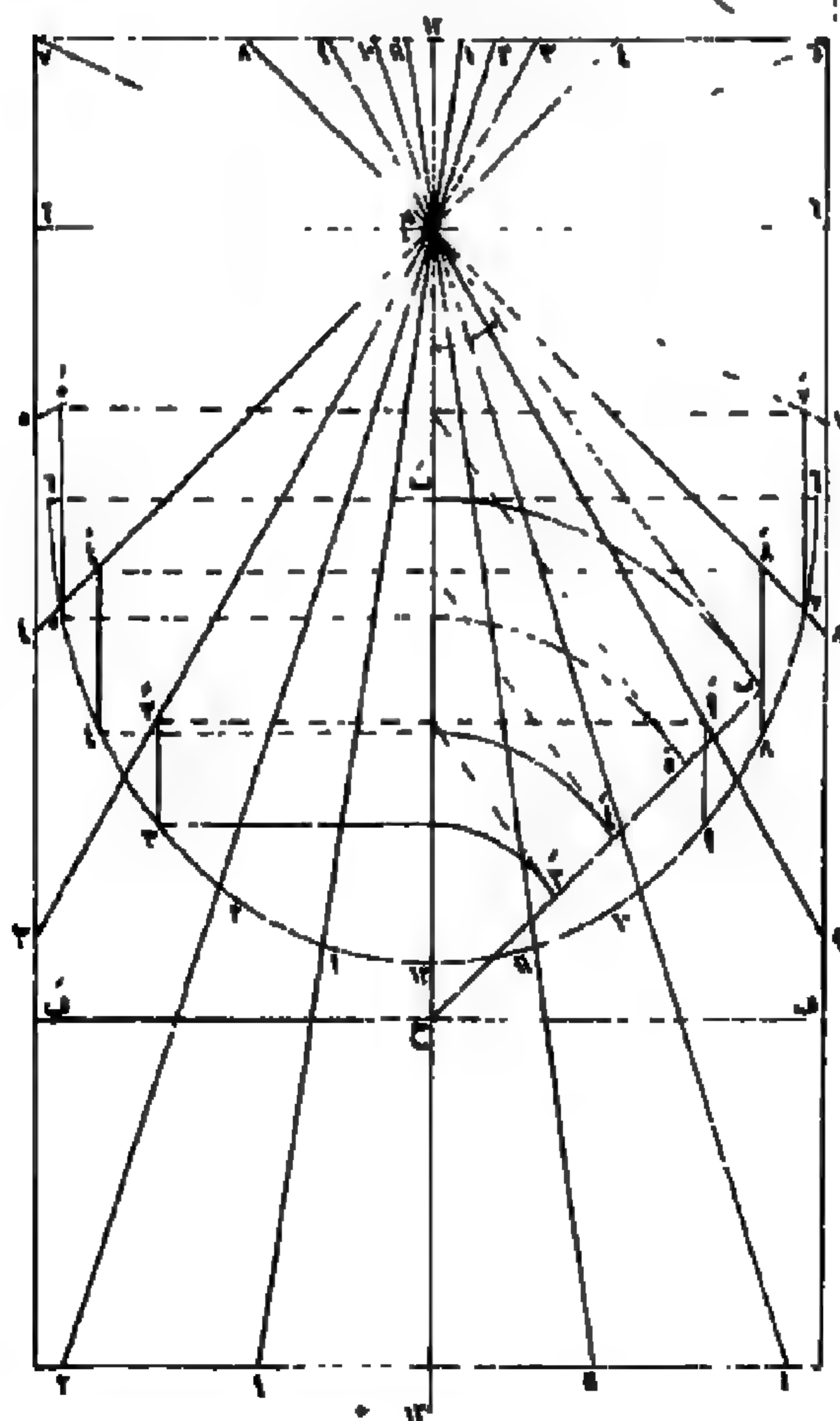
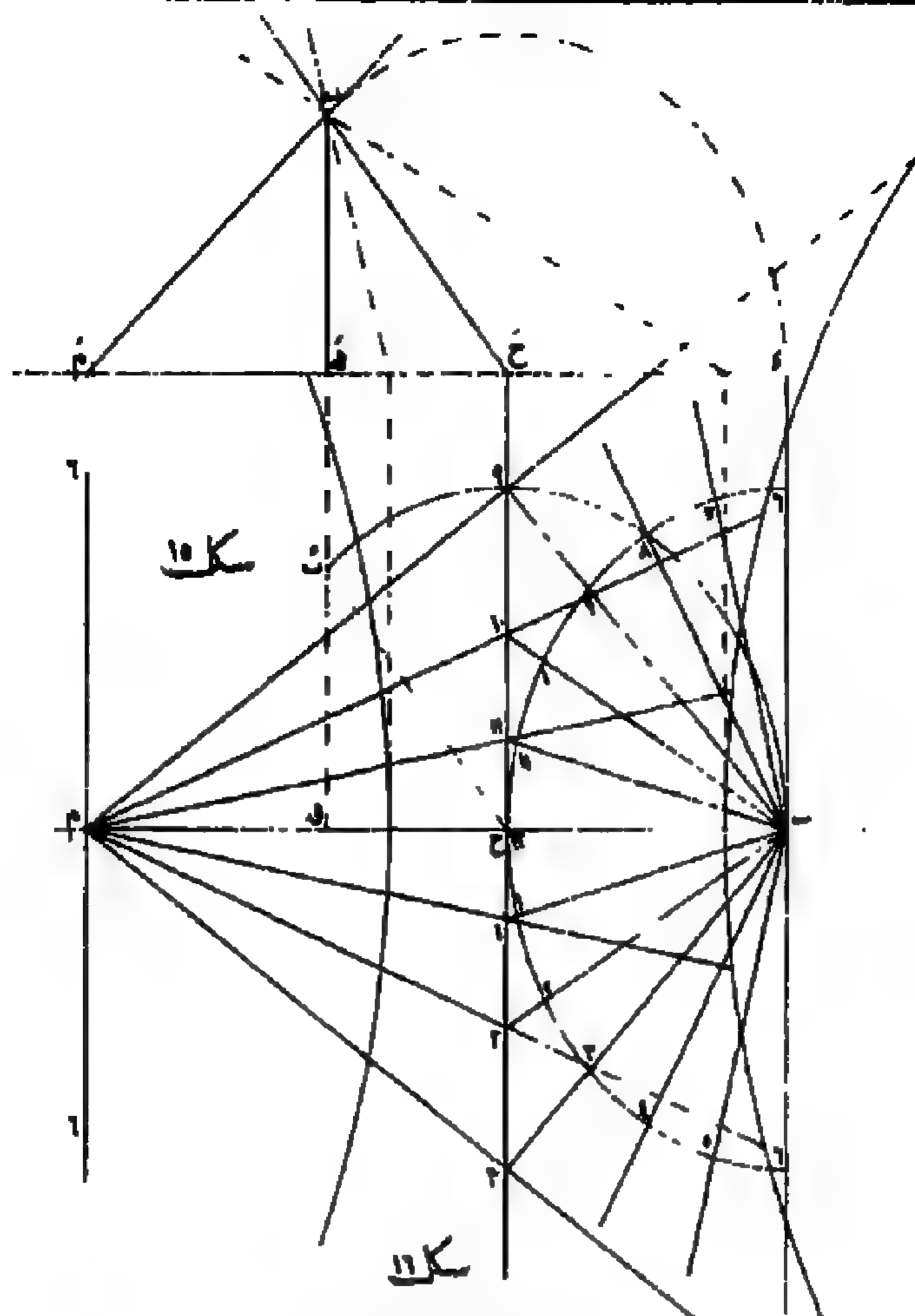


شكل ١٣

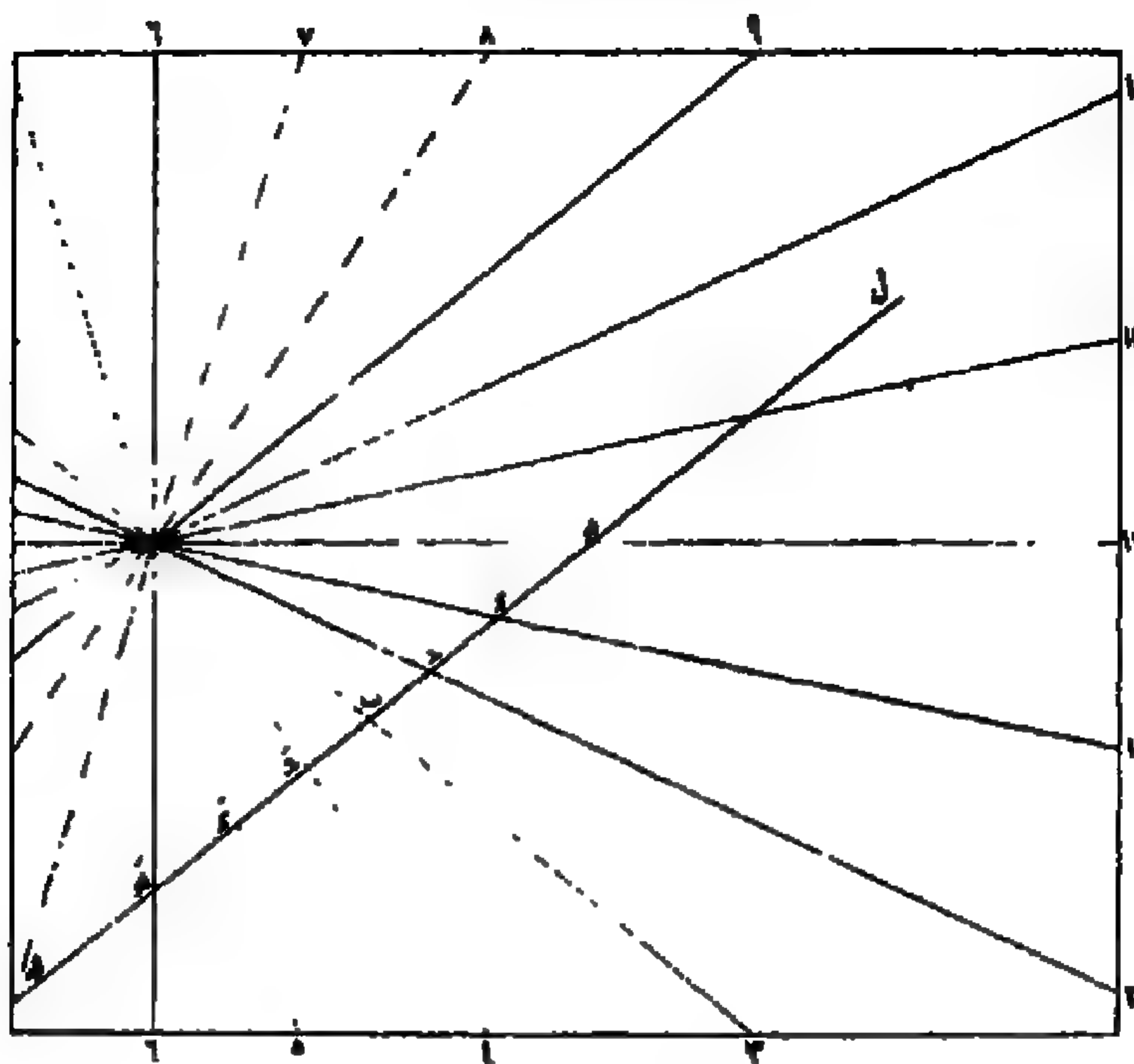


شكل ١٤

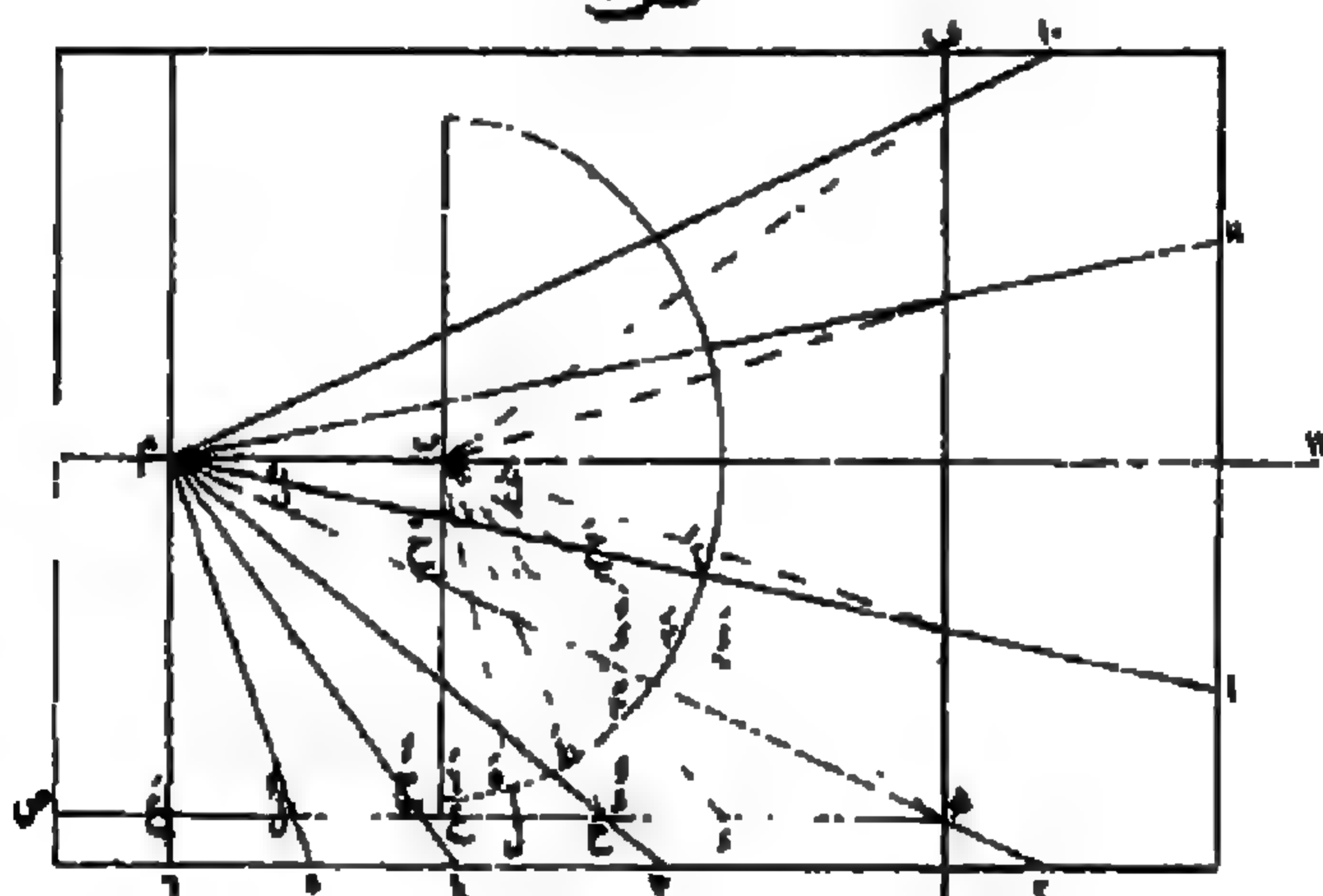




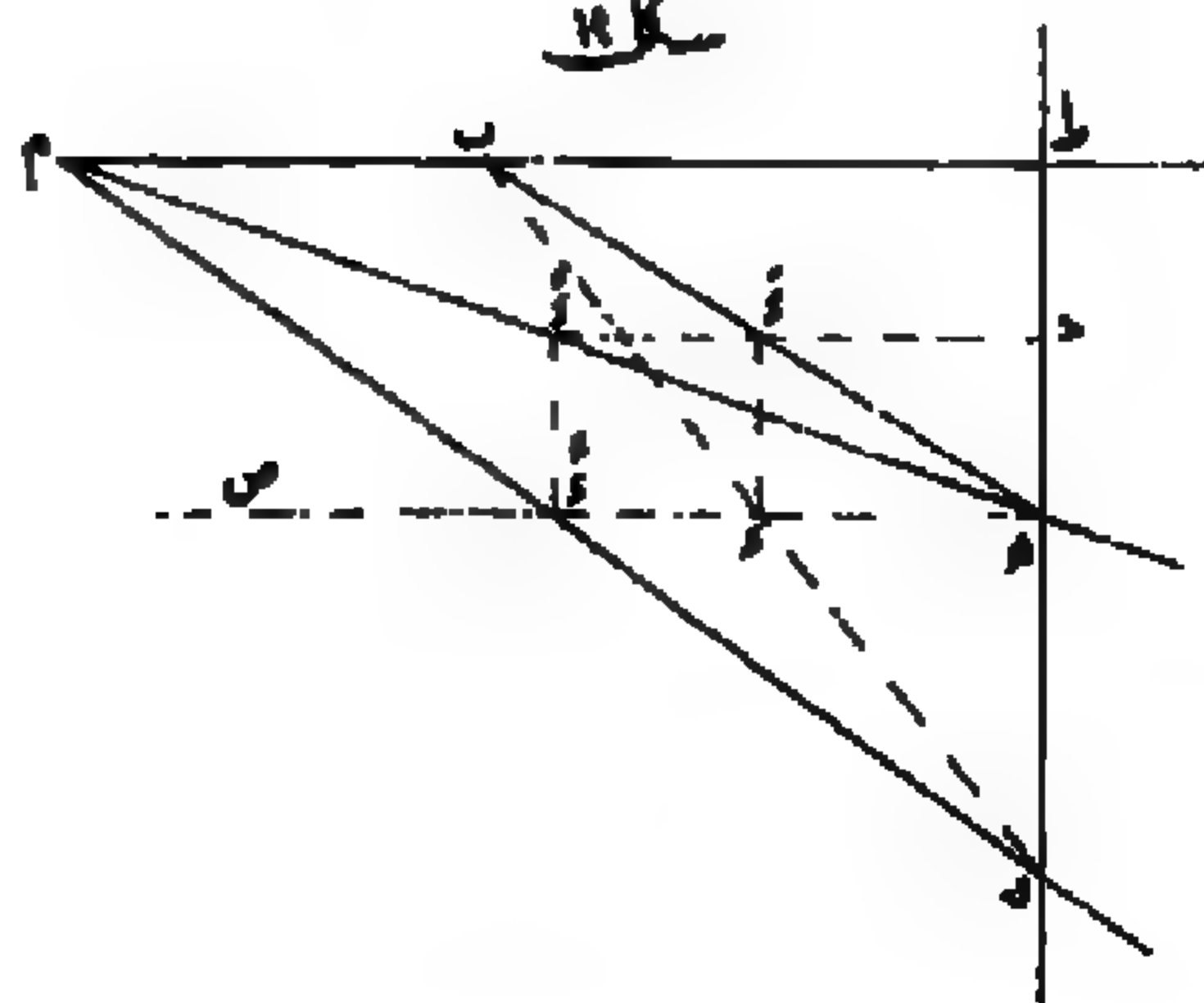
شكل ١٧



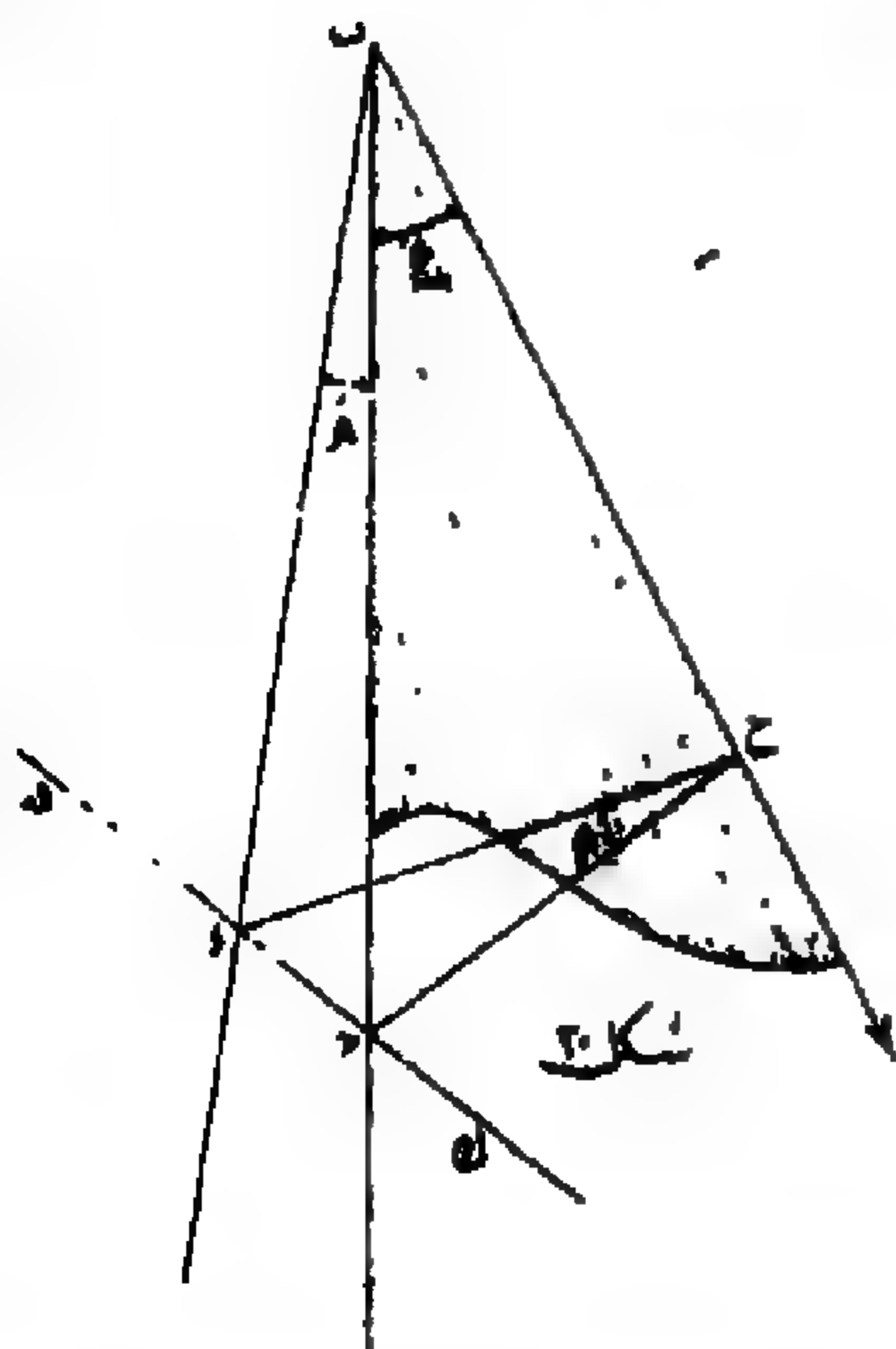
شكل ١٨

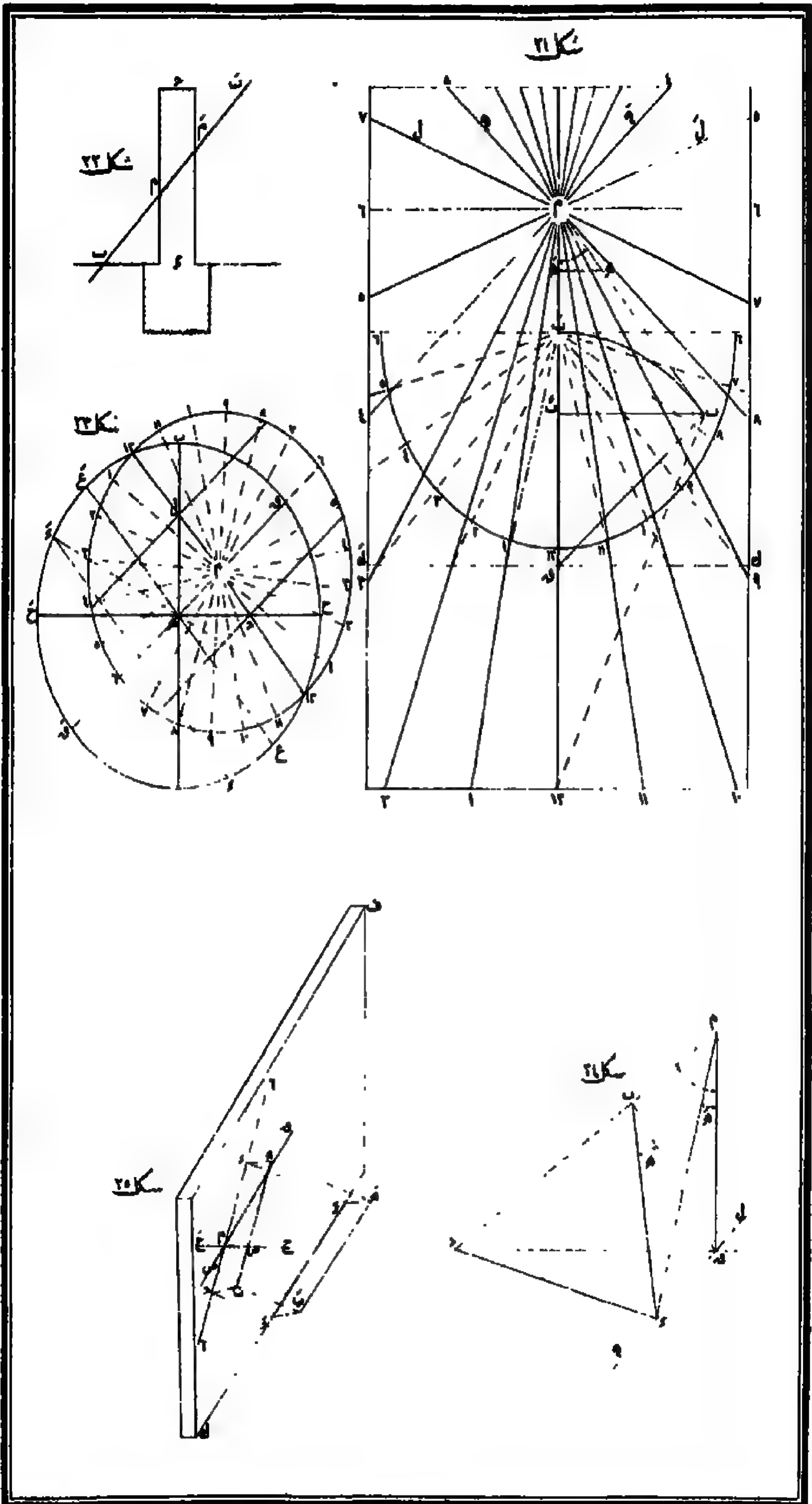


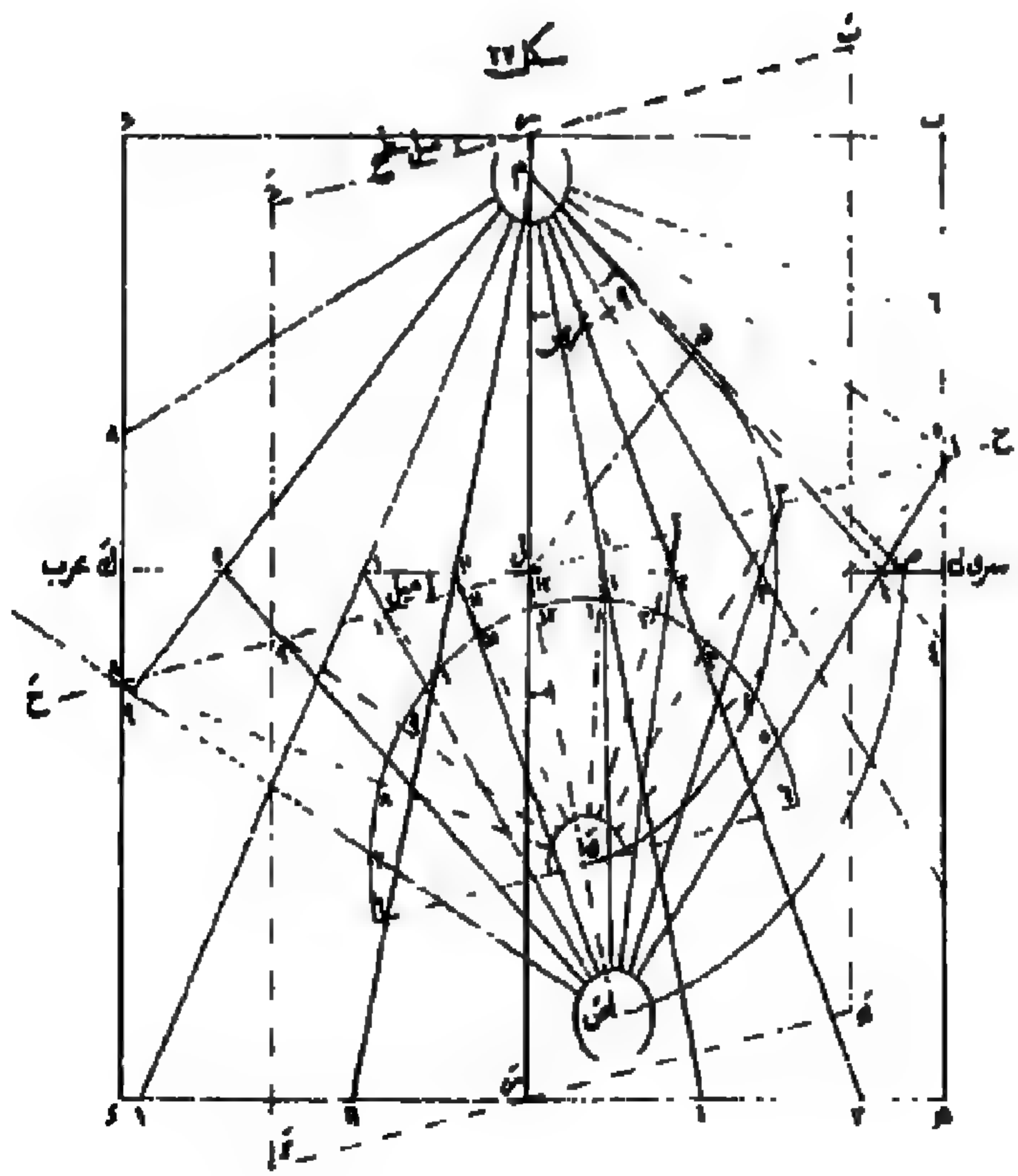
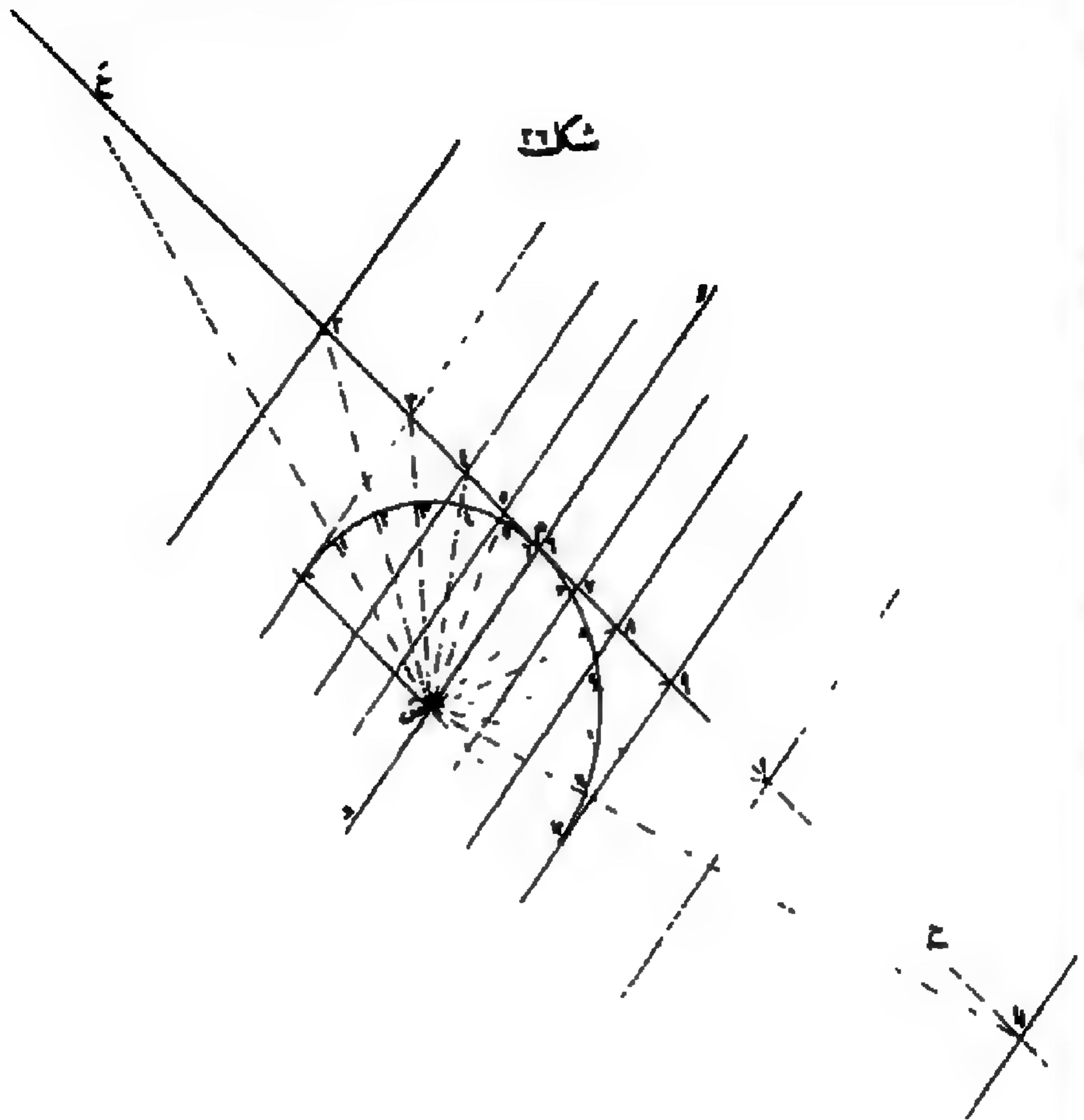
شكل ١٩

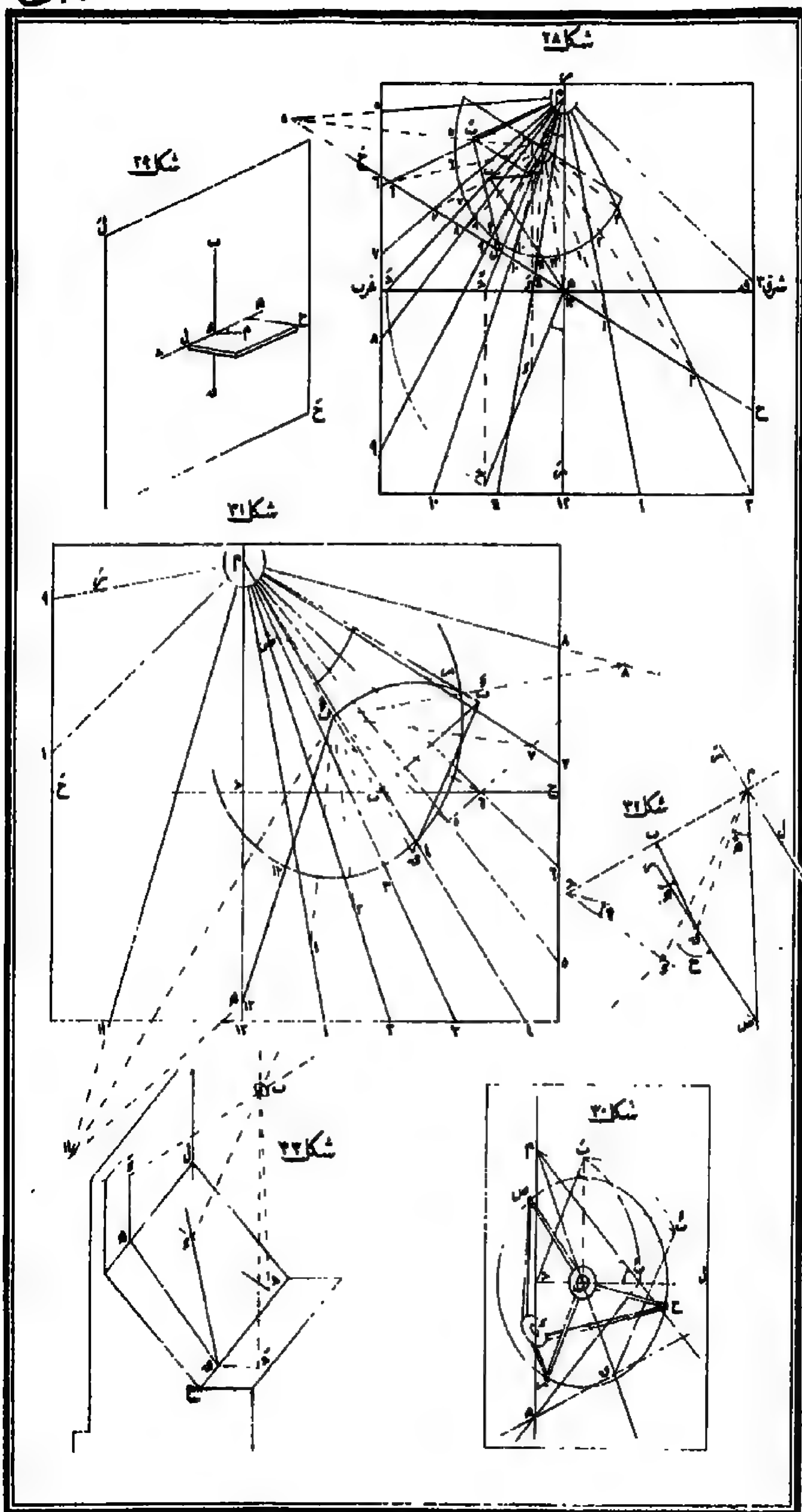


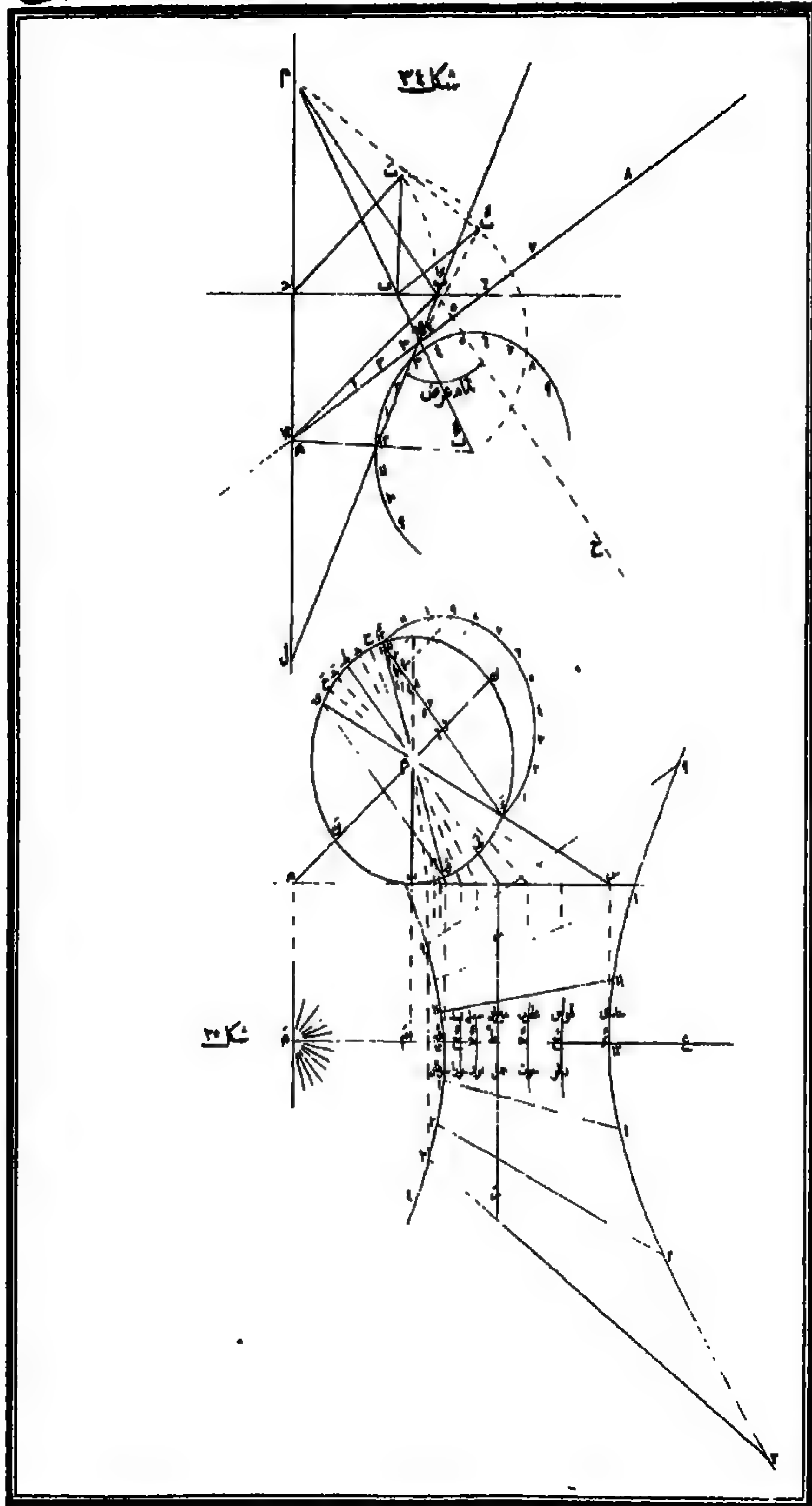
شكل ٢٠

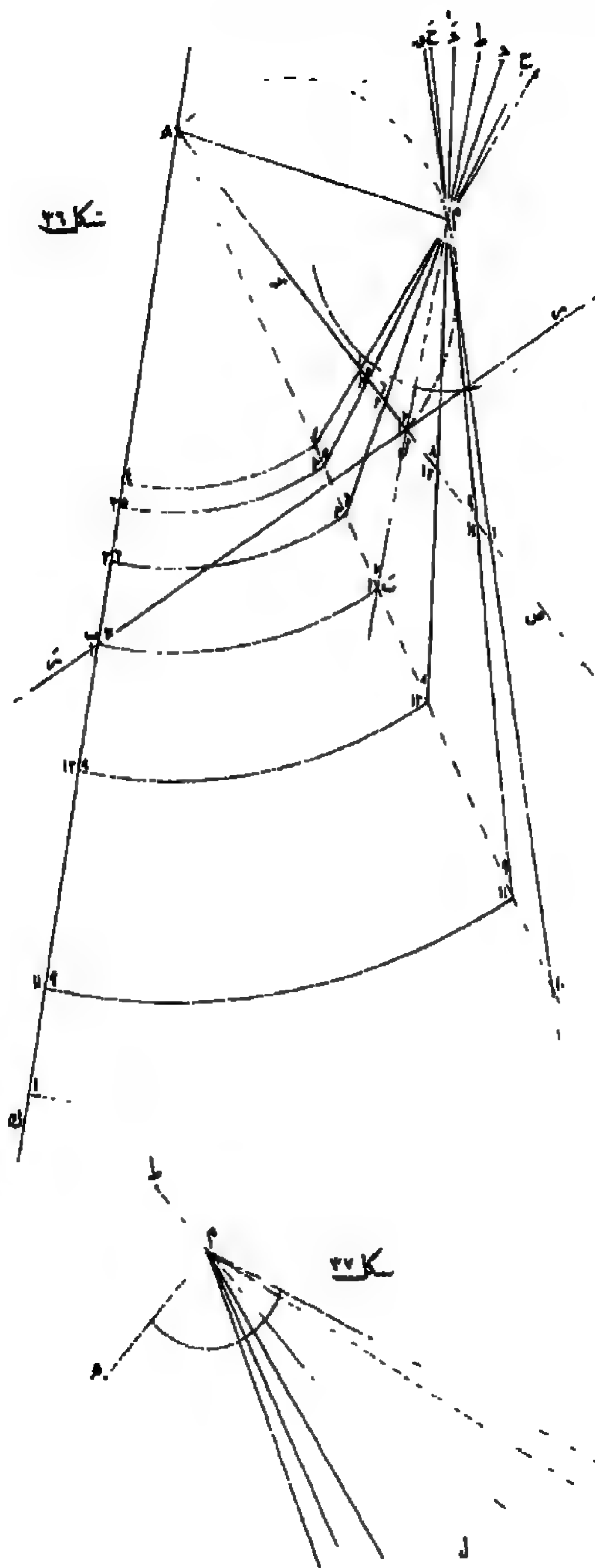


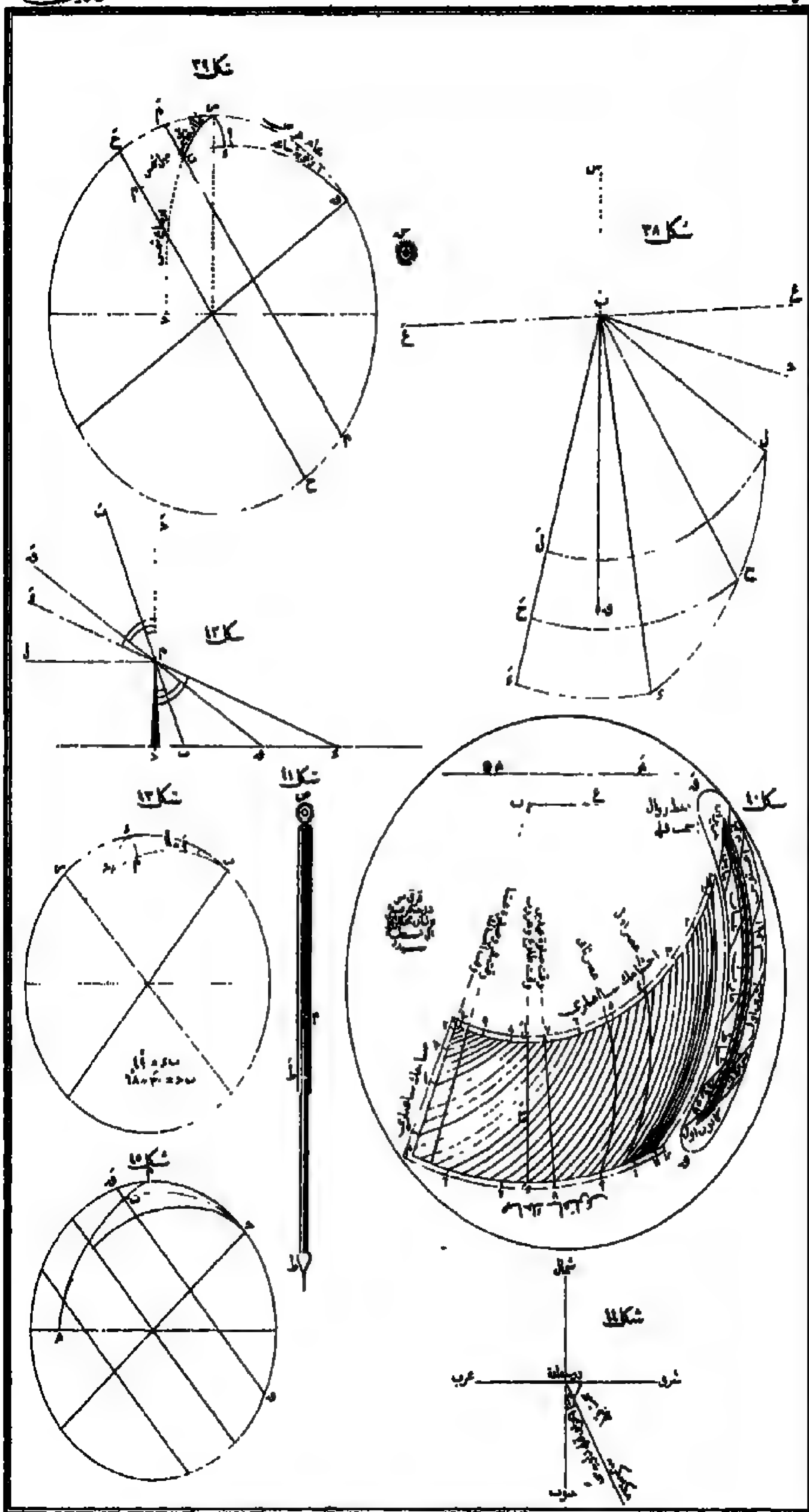




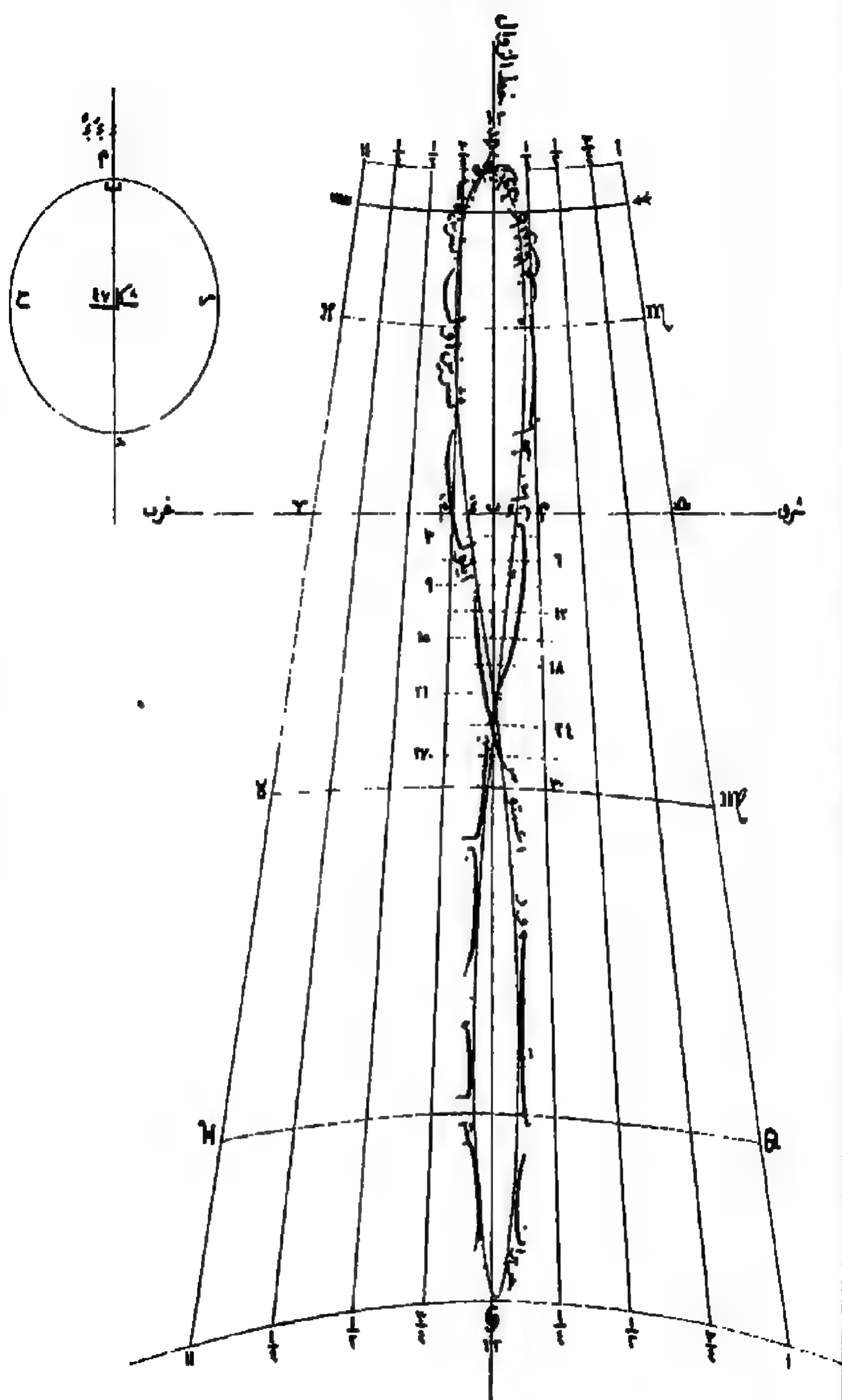


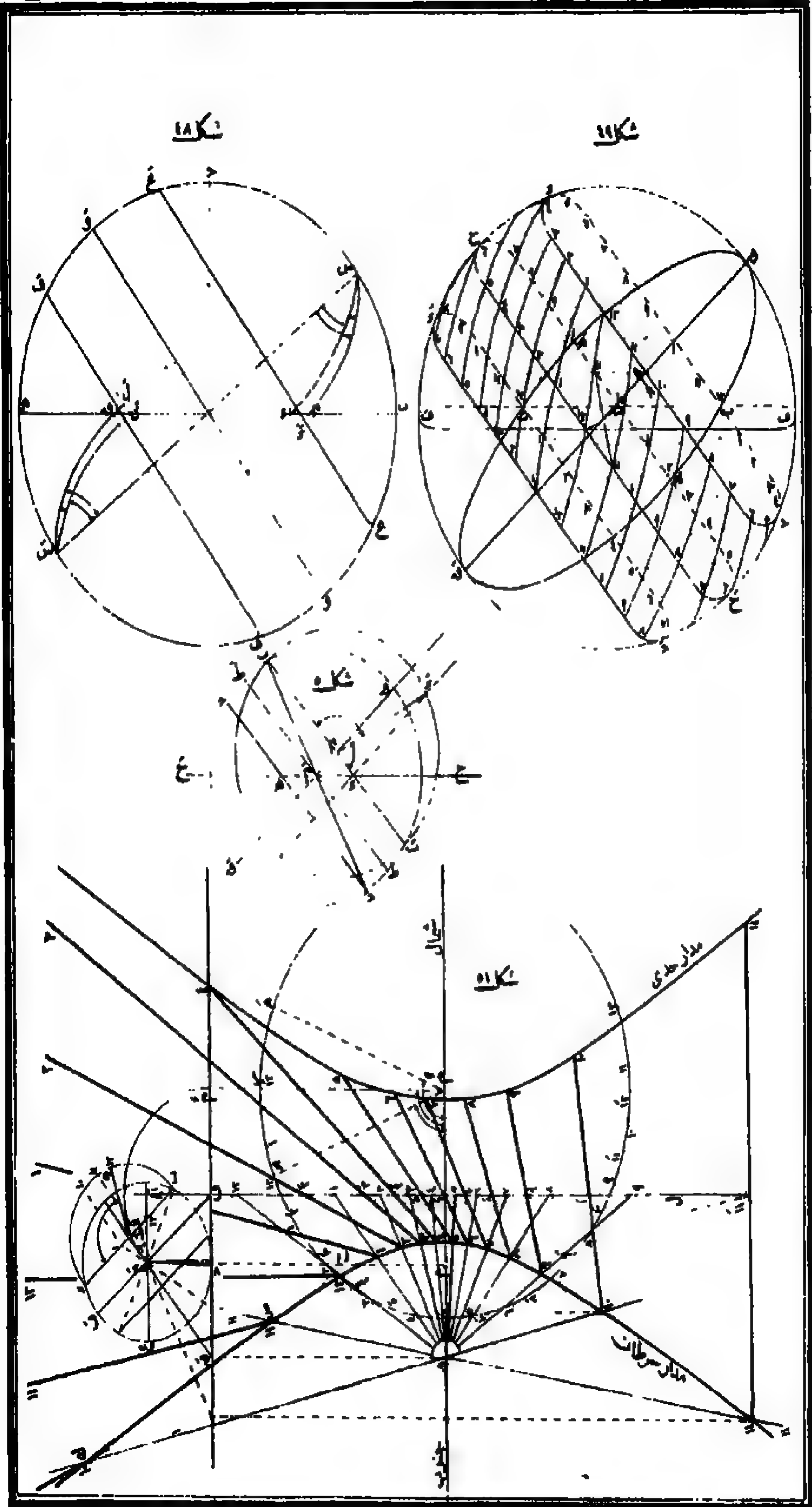


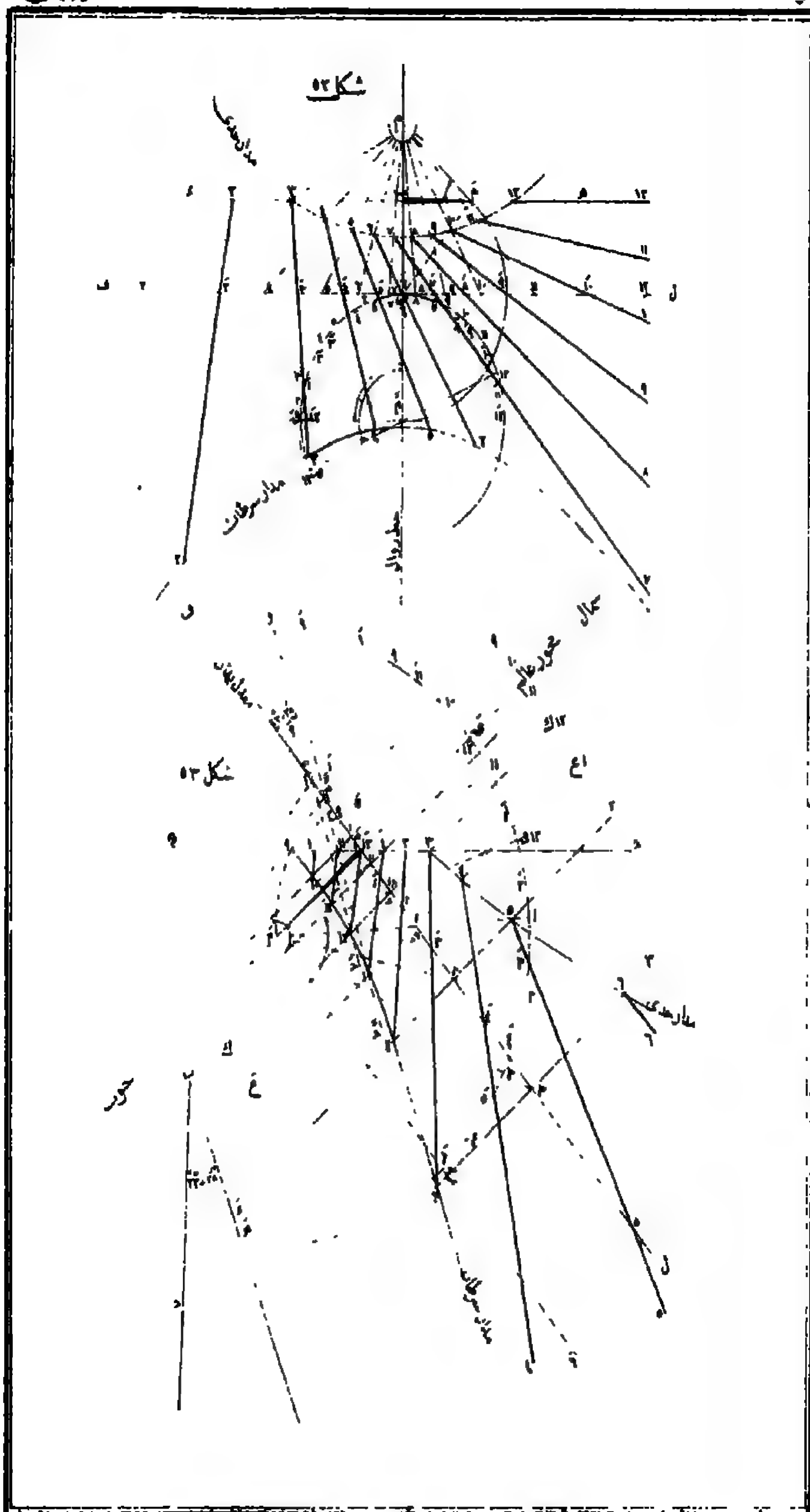


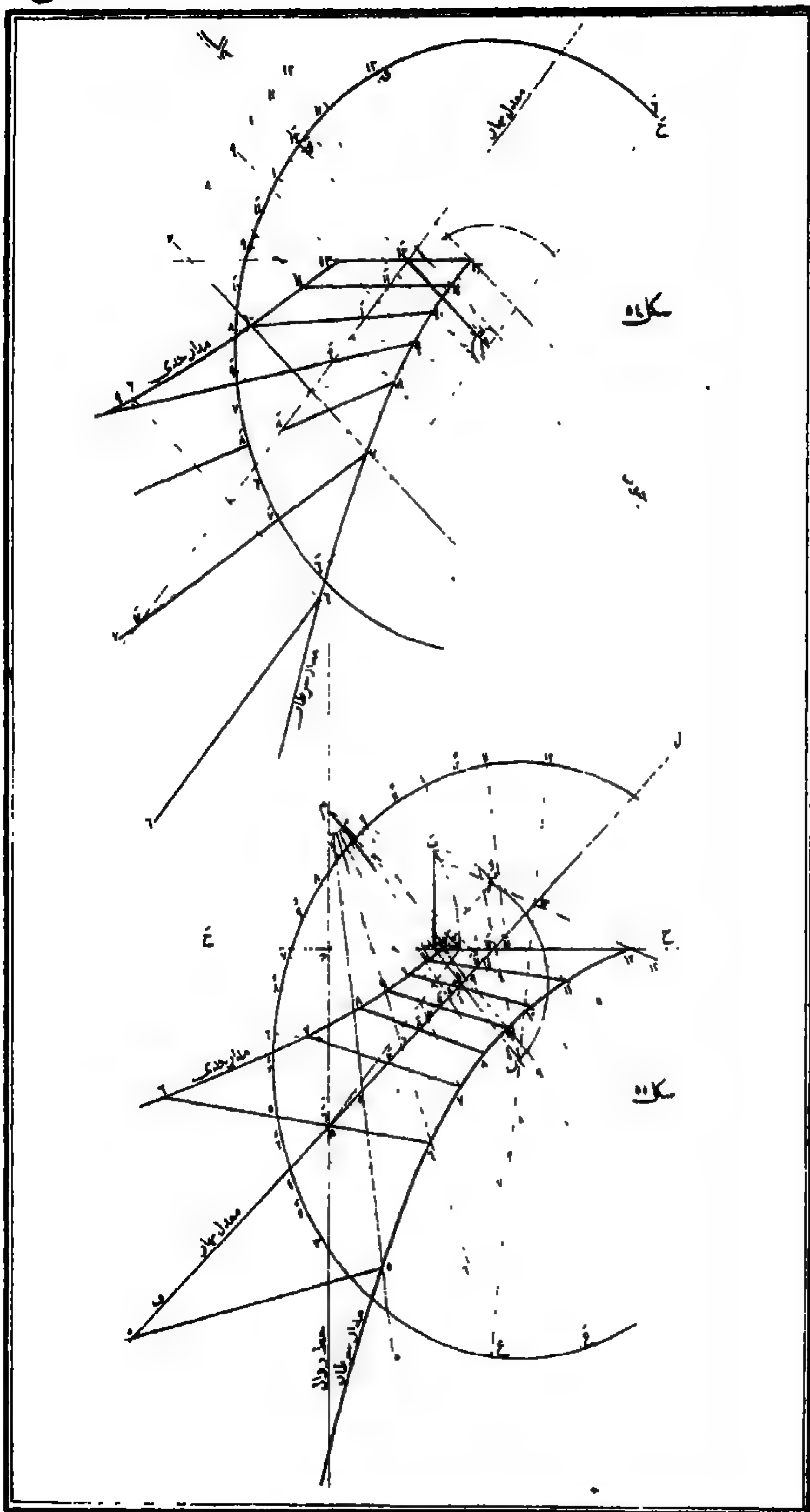


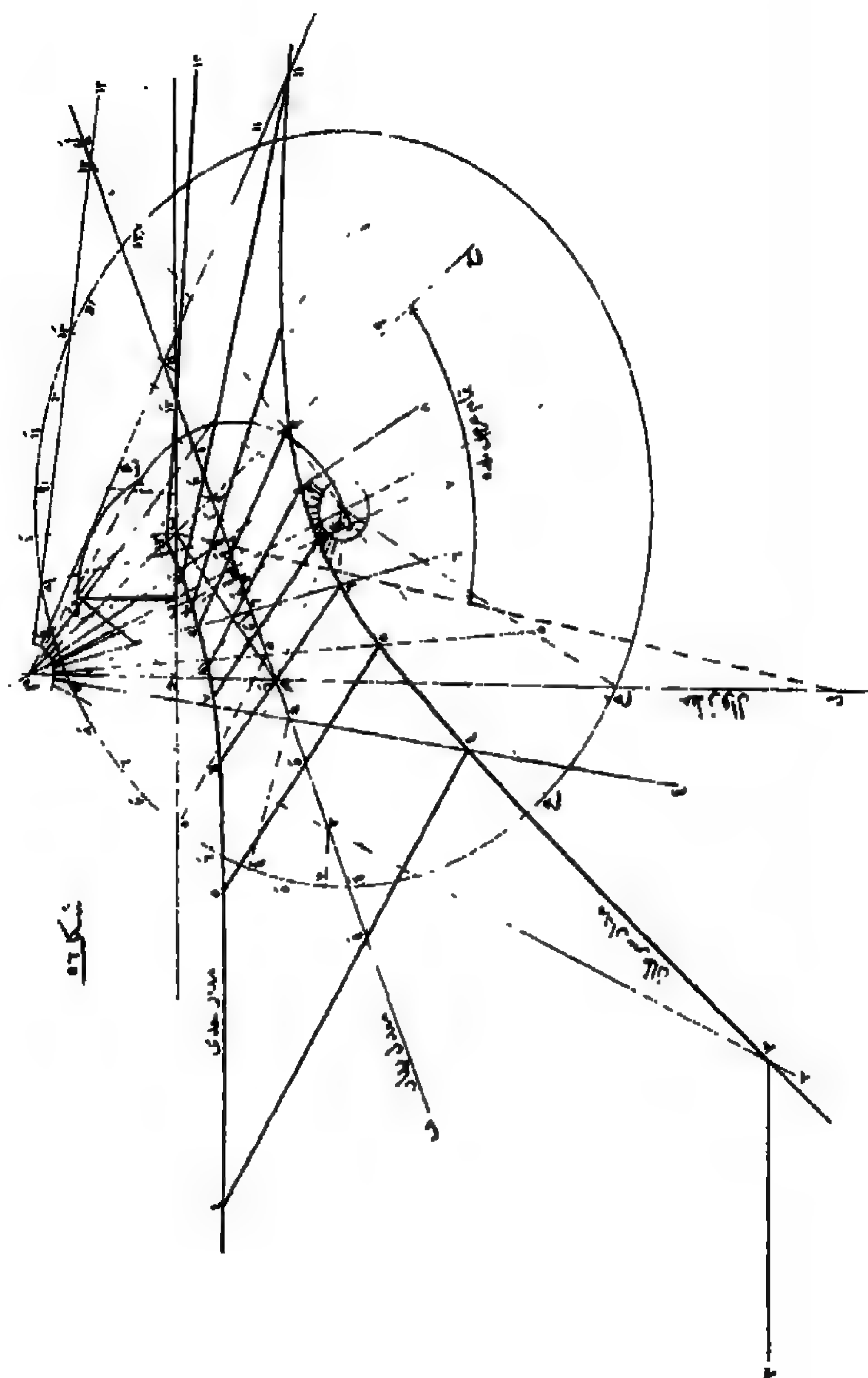
شكل ١٣

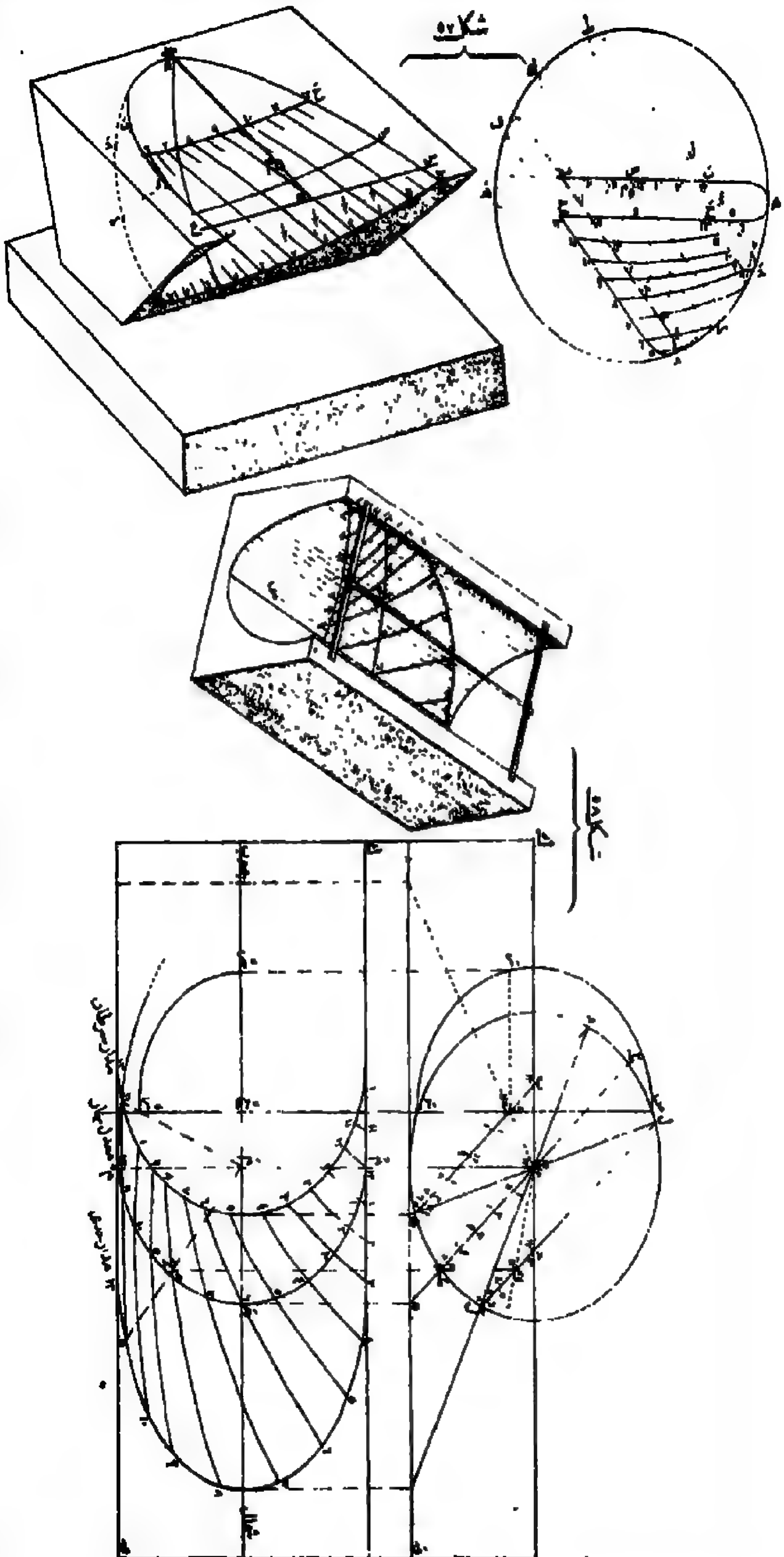


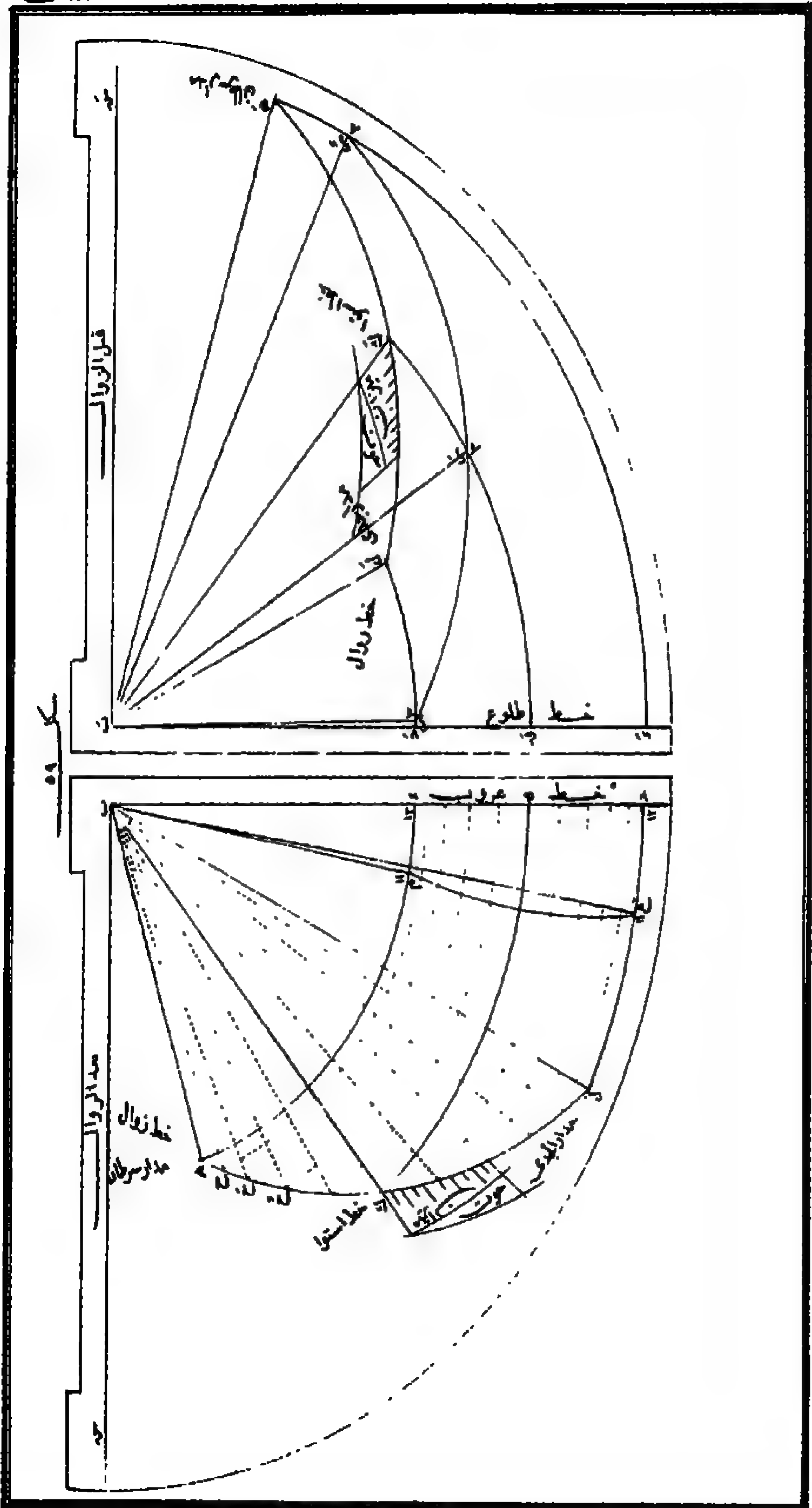




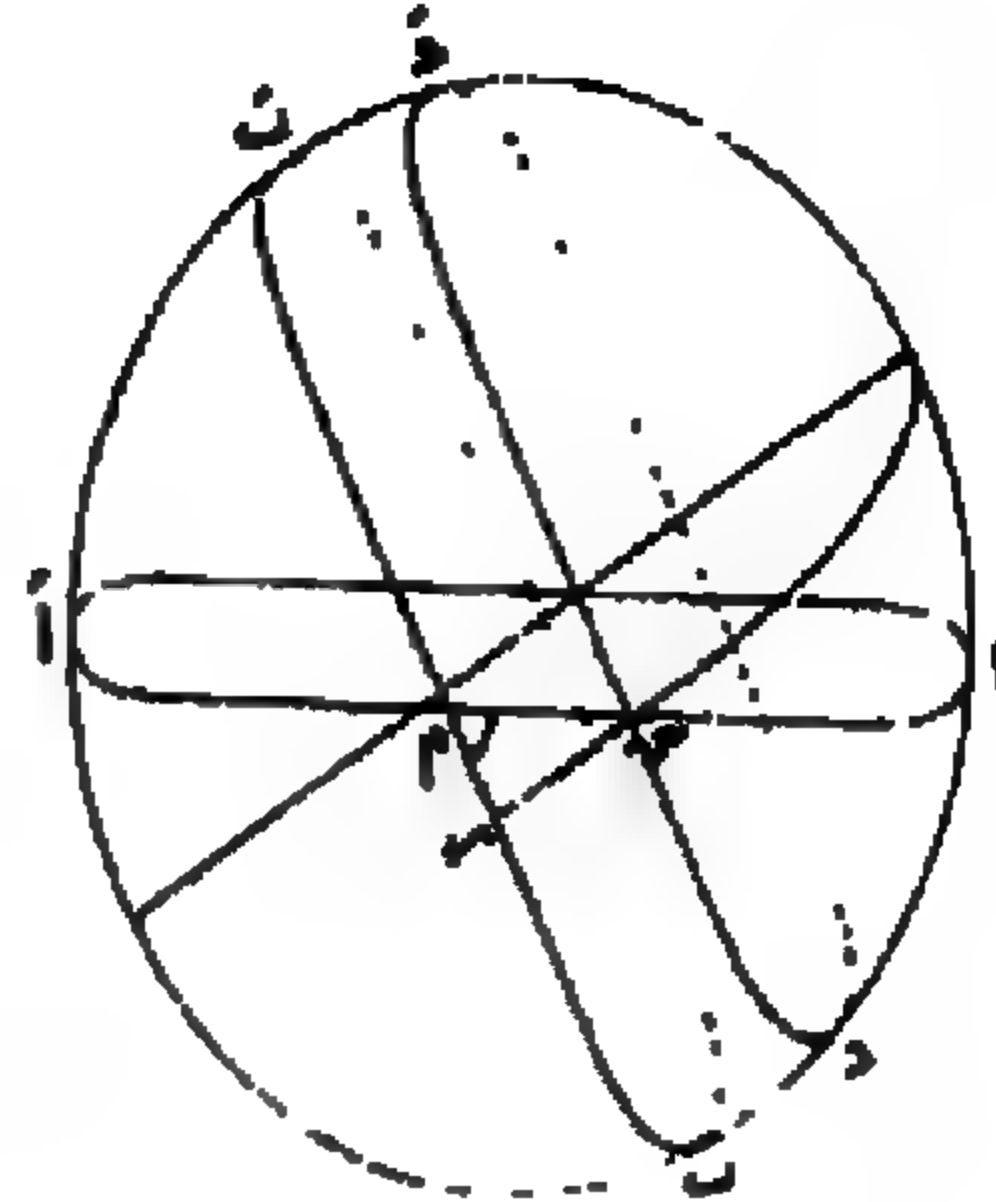




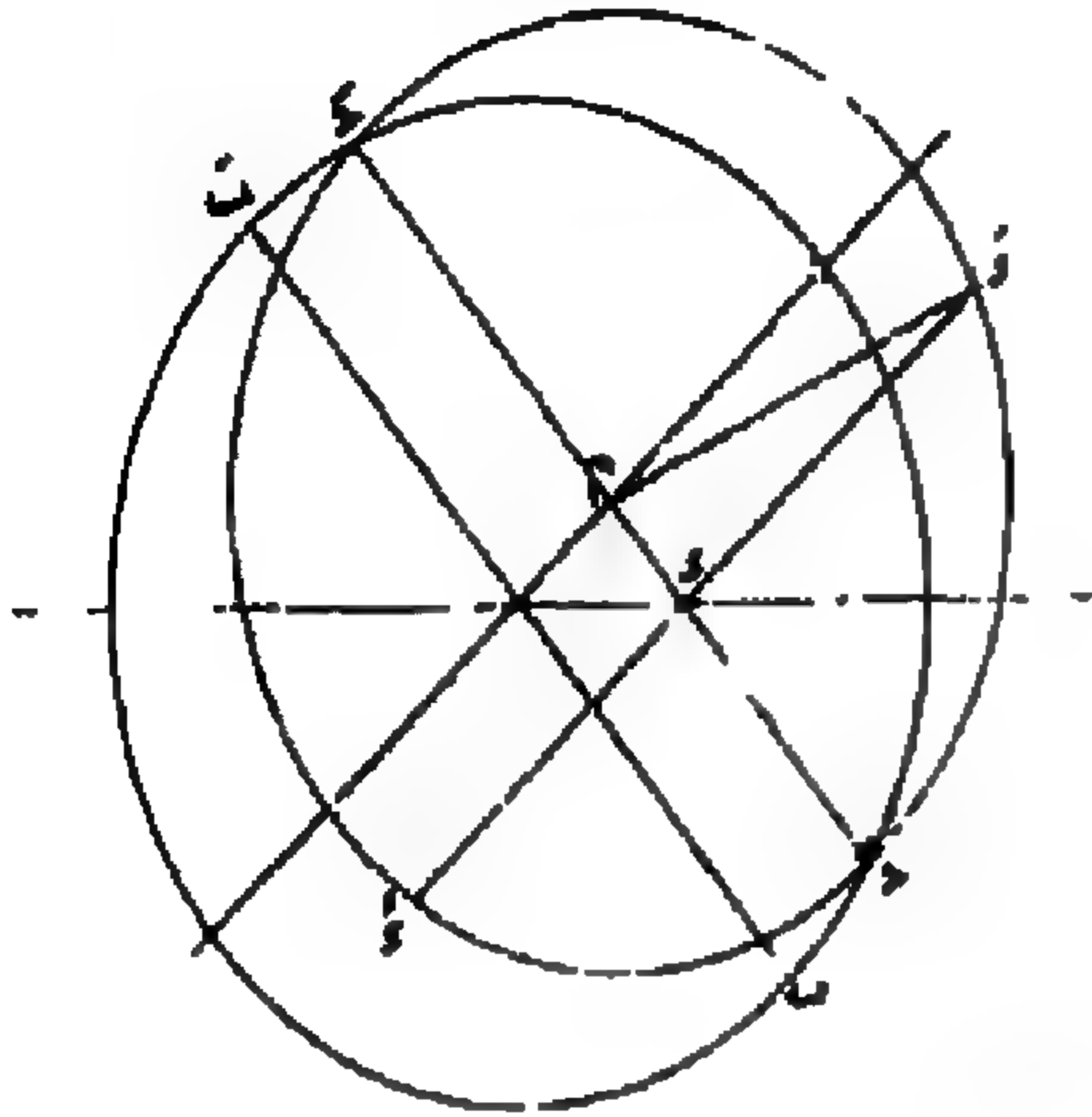




شكل ٢٠



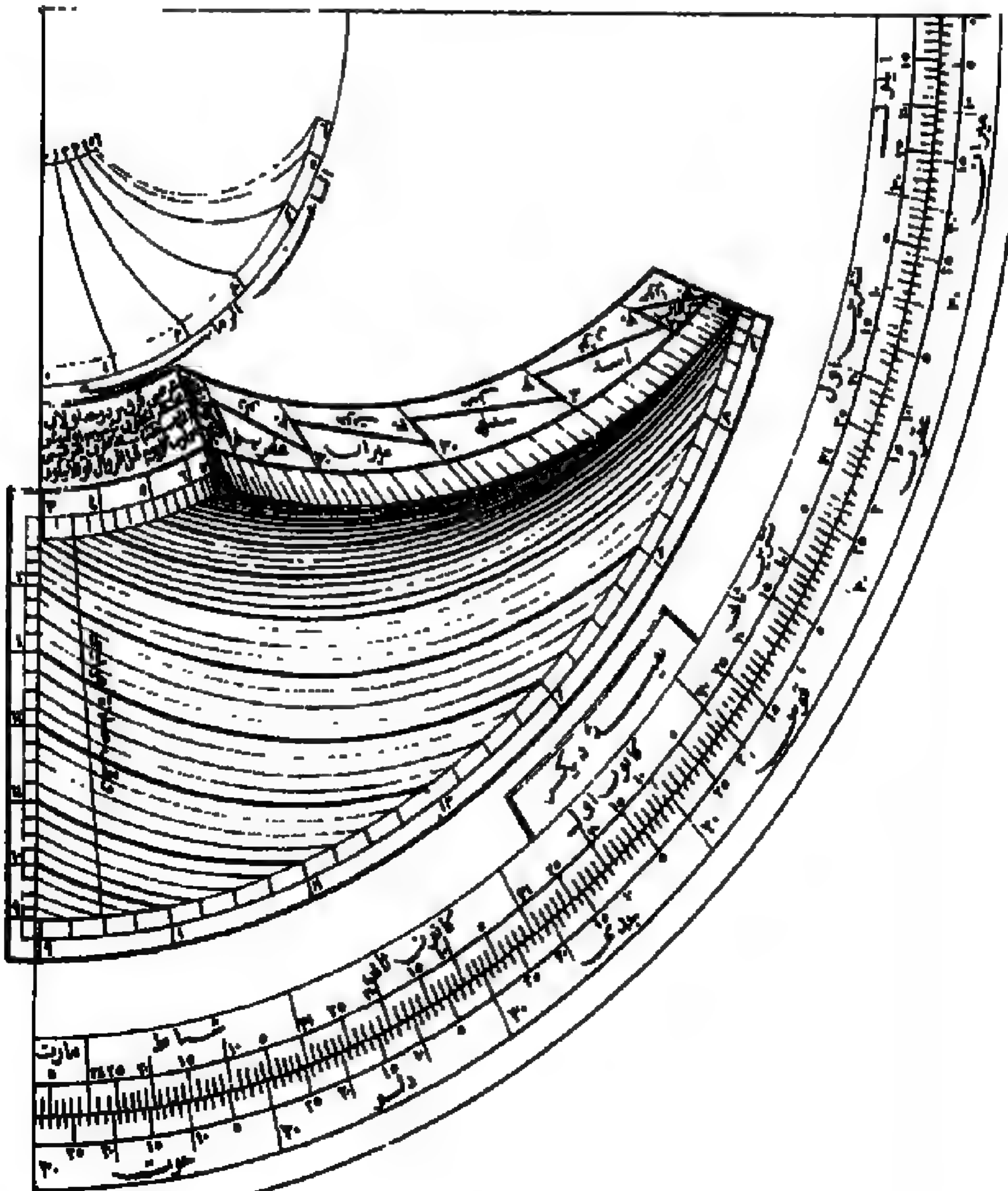
شكل ٢١

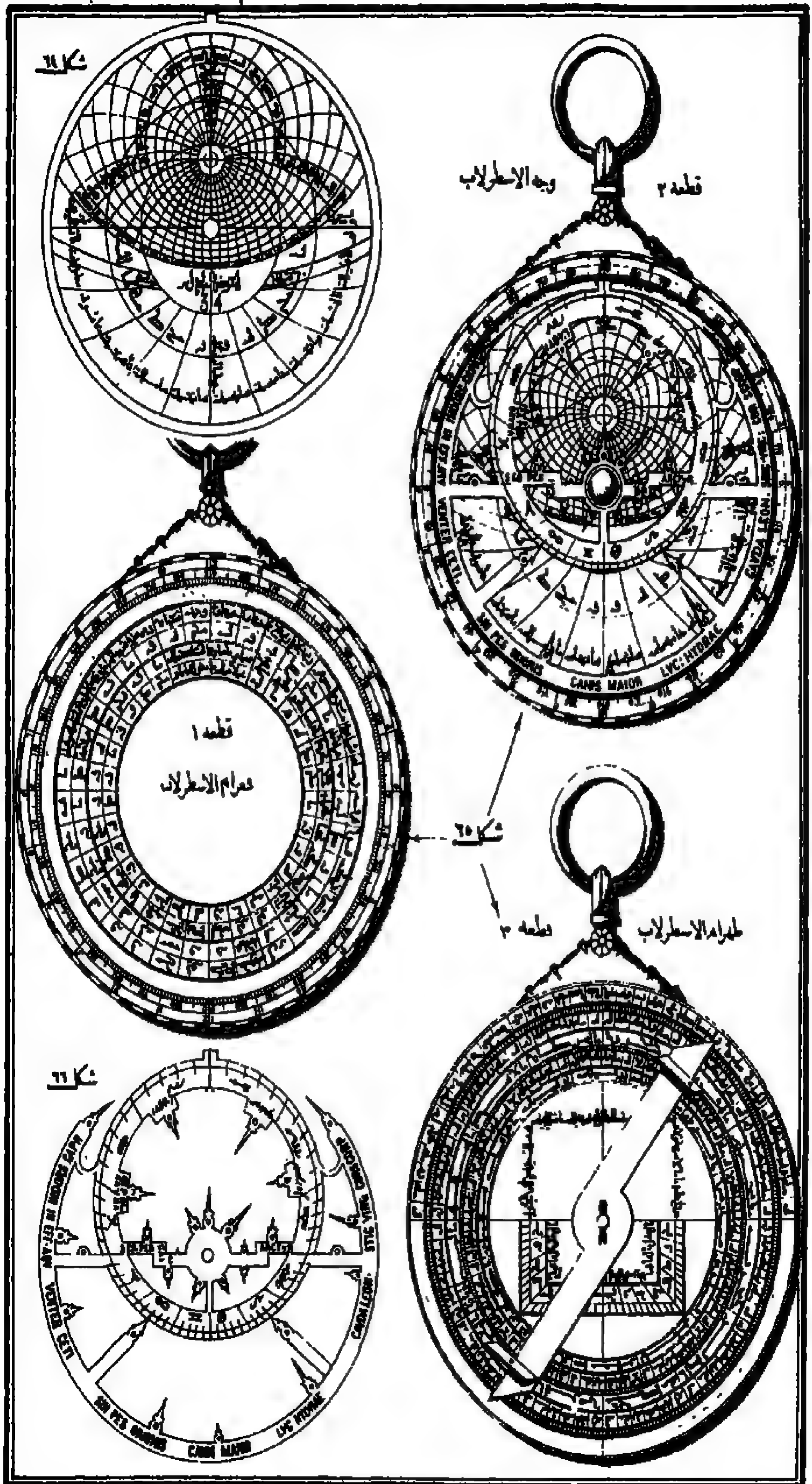


شكل ٢٢ قبل الزوال

هدفة زير

هدفة بالا

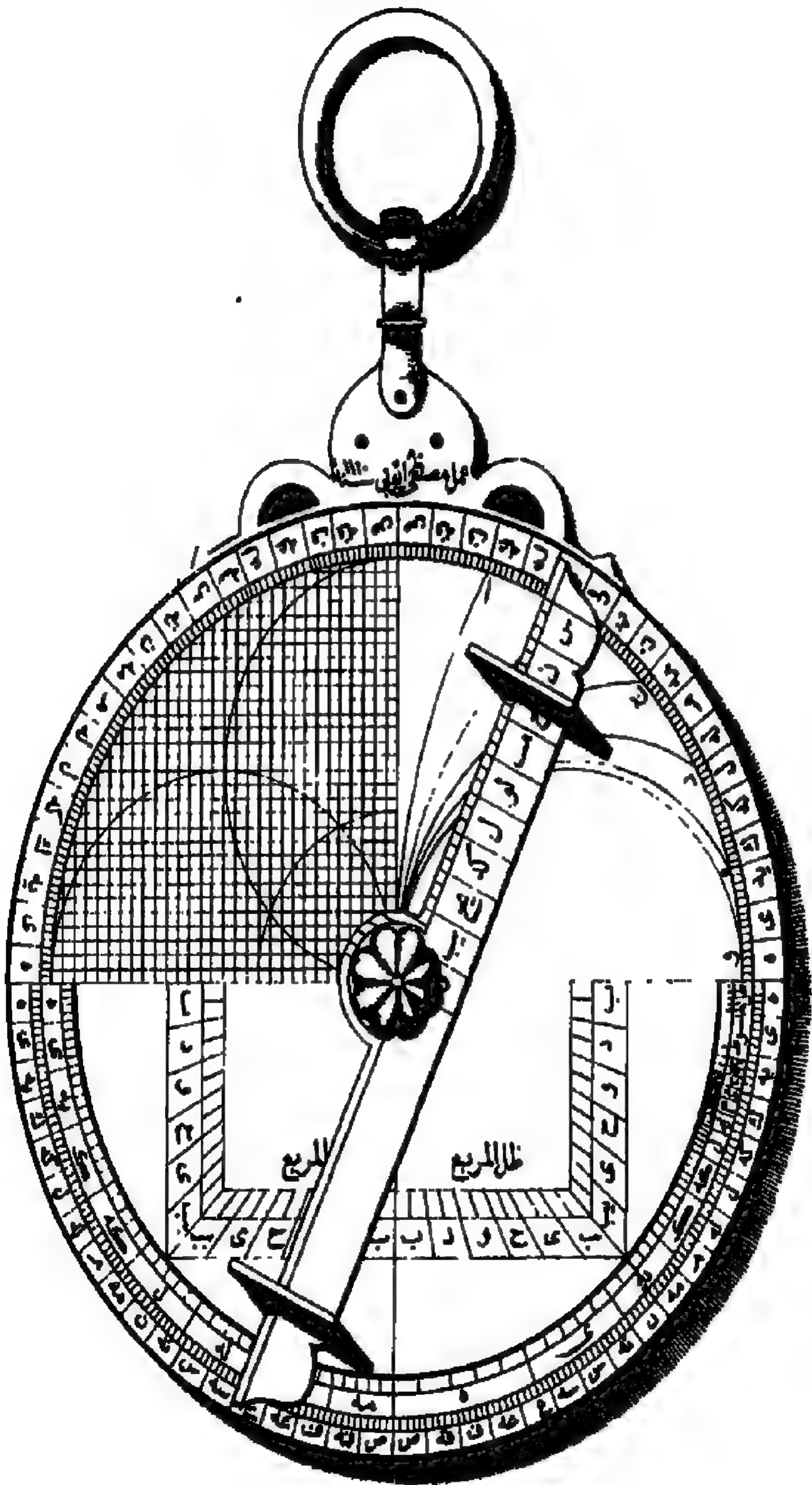




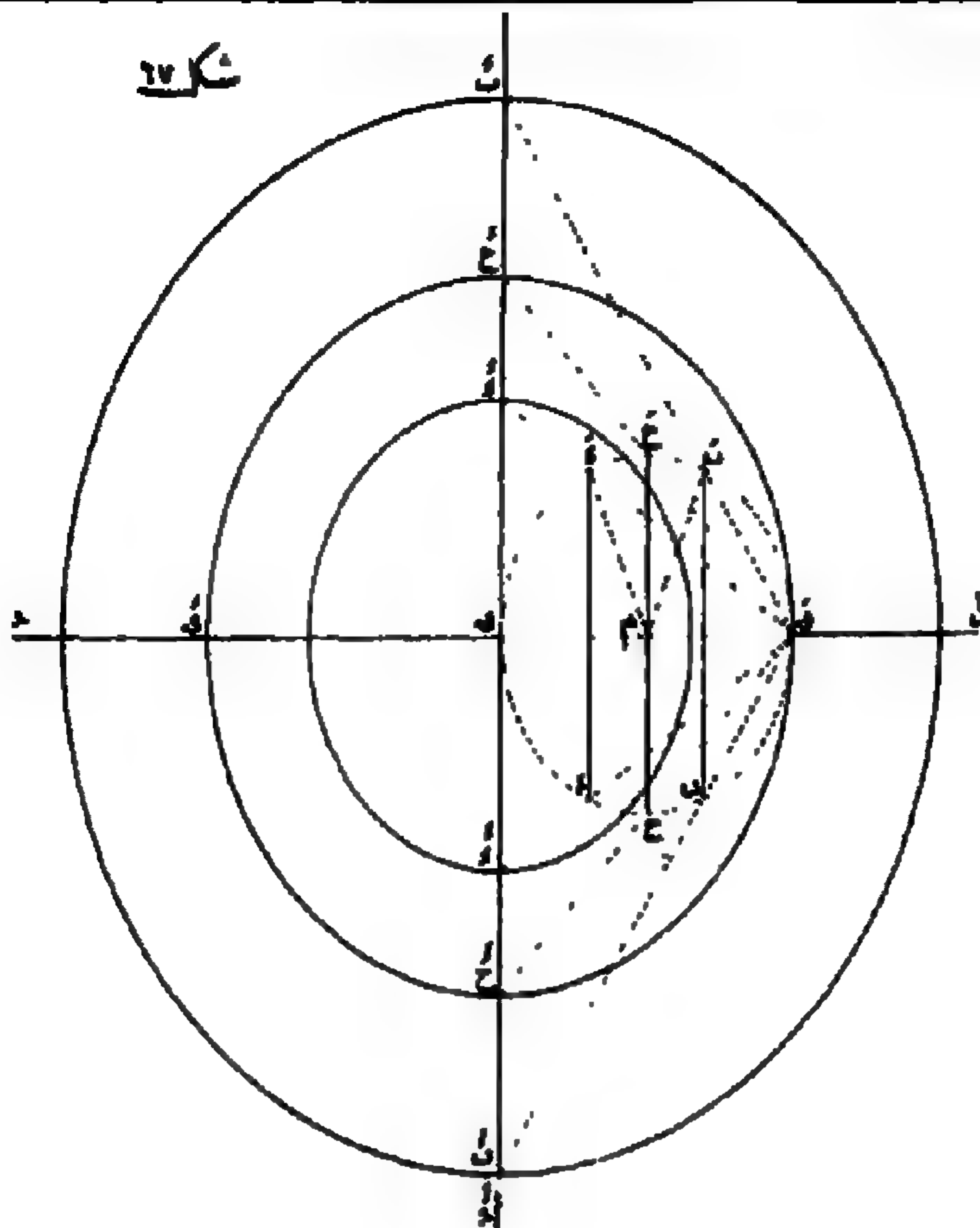
معبر دة بولاق اسطرلابك وجهه



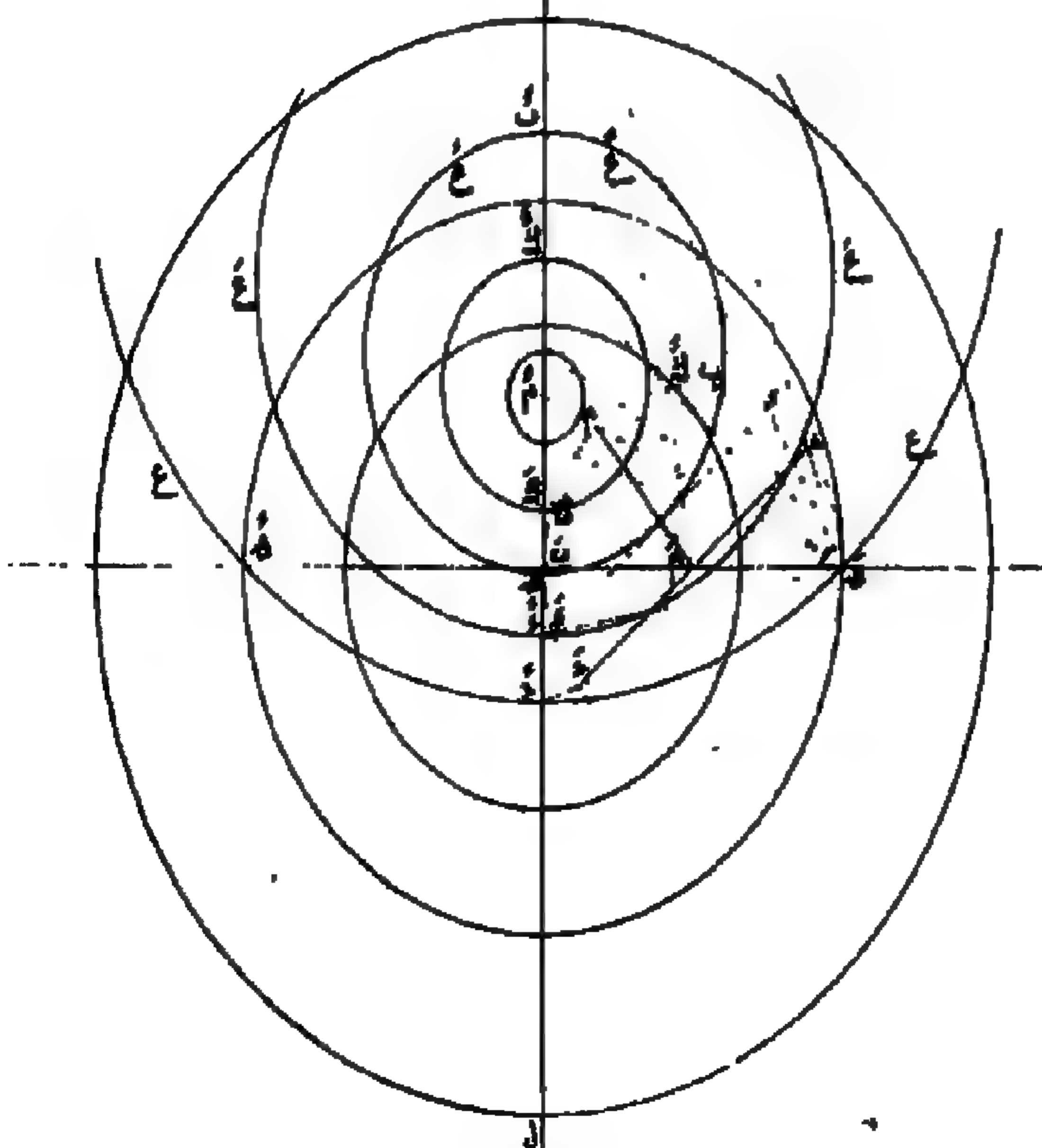
اسطرلاب مذکور که ظاهر بدین



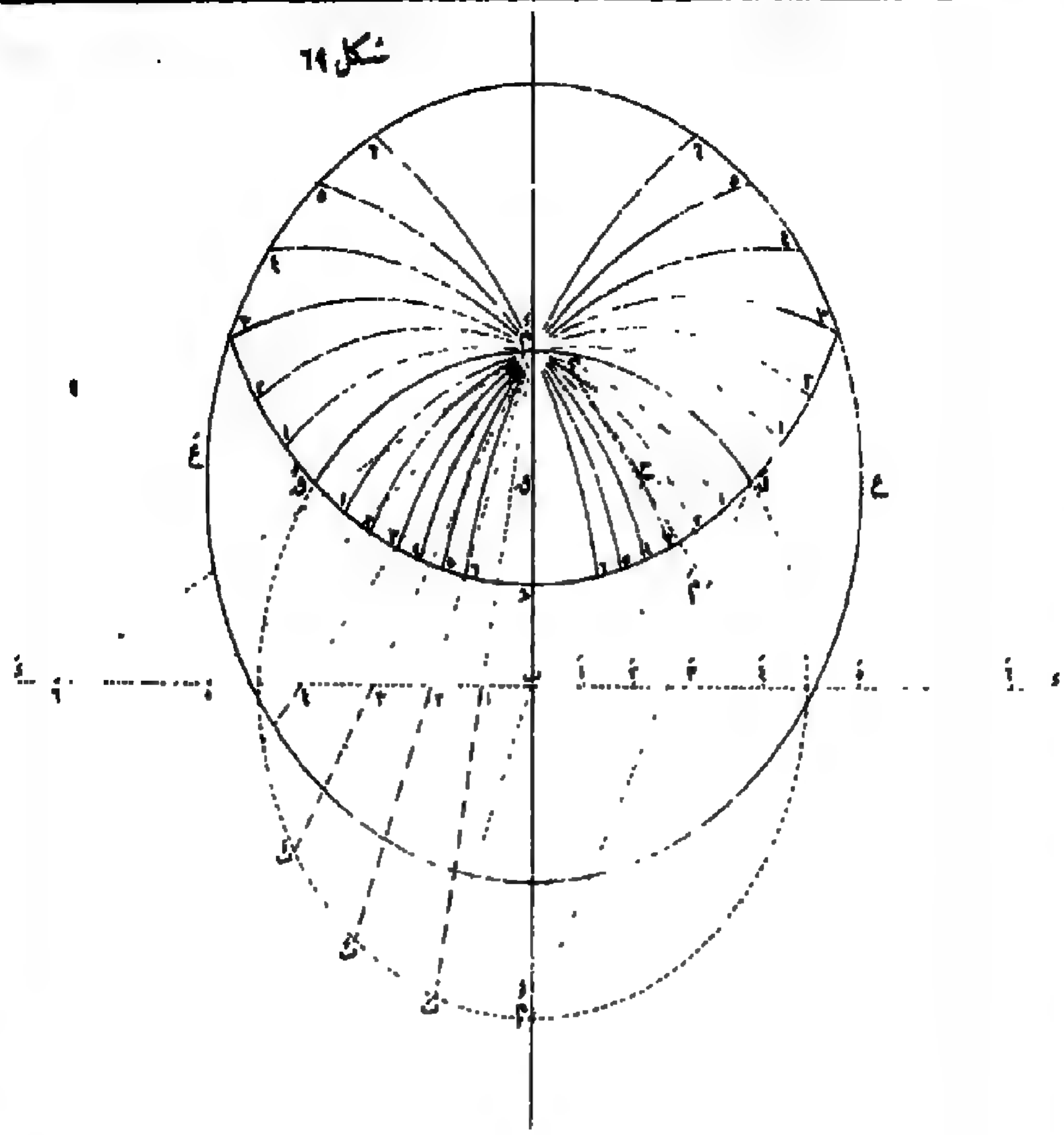
شكل ٢٥



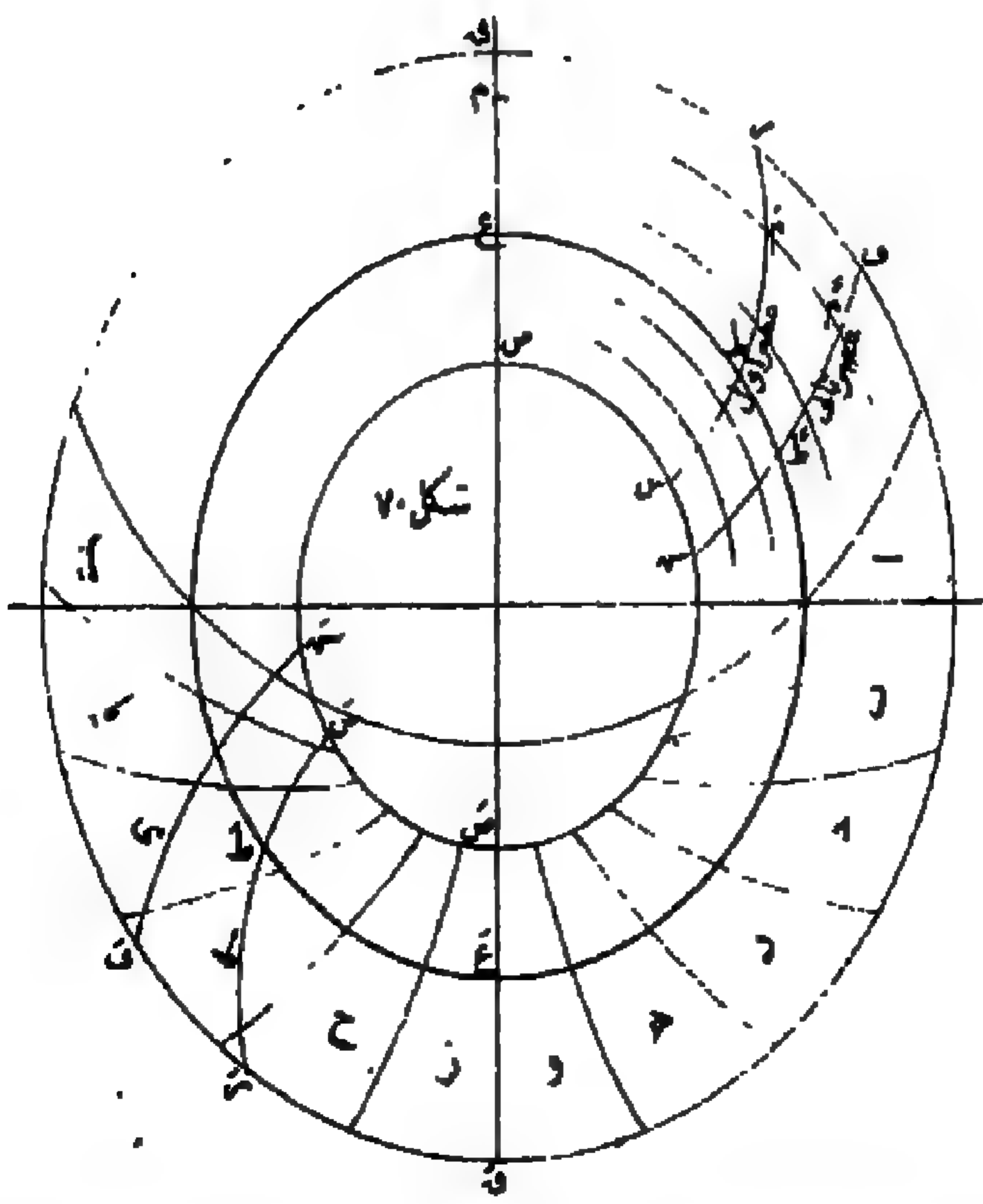
شكل ٢٦

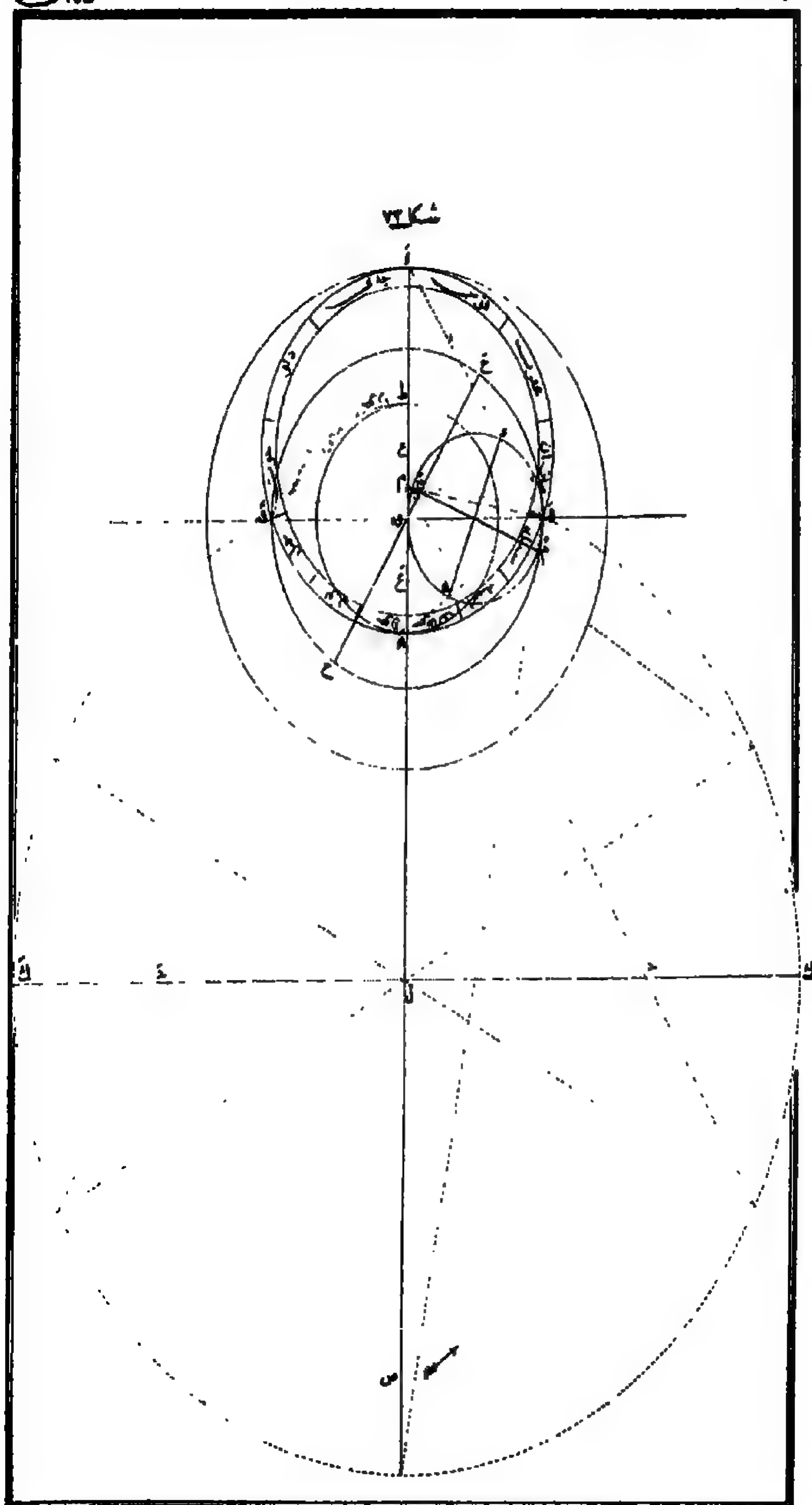


شكل ٦٩

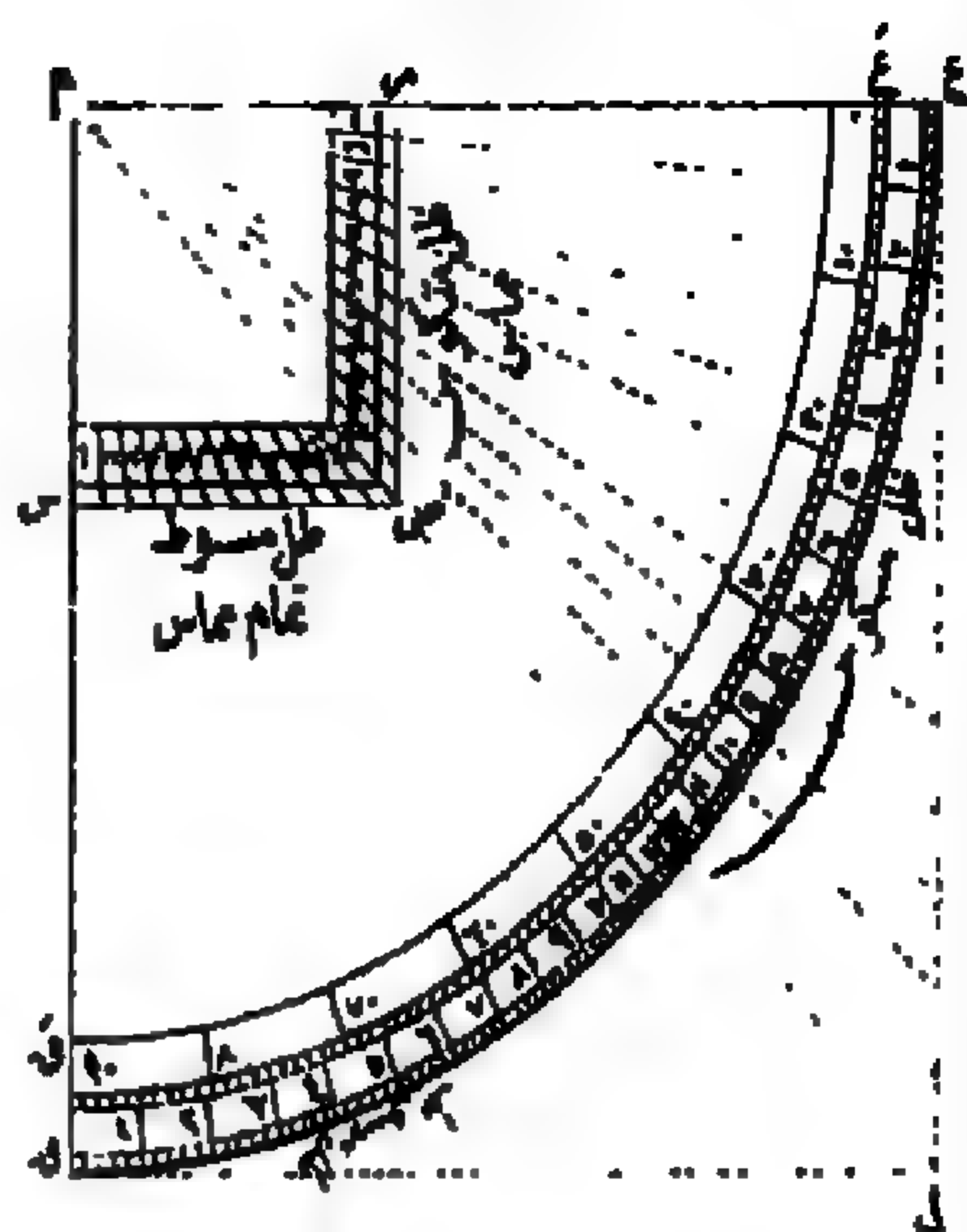


شكل ٧٠

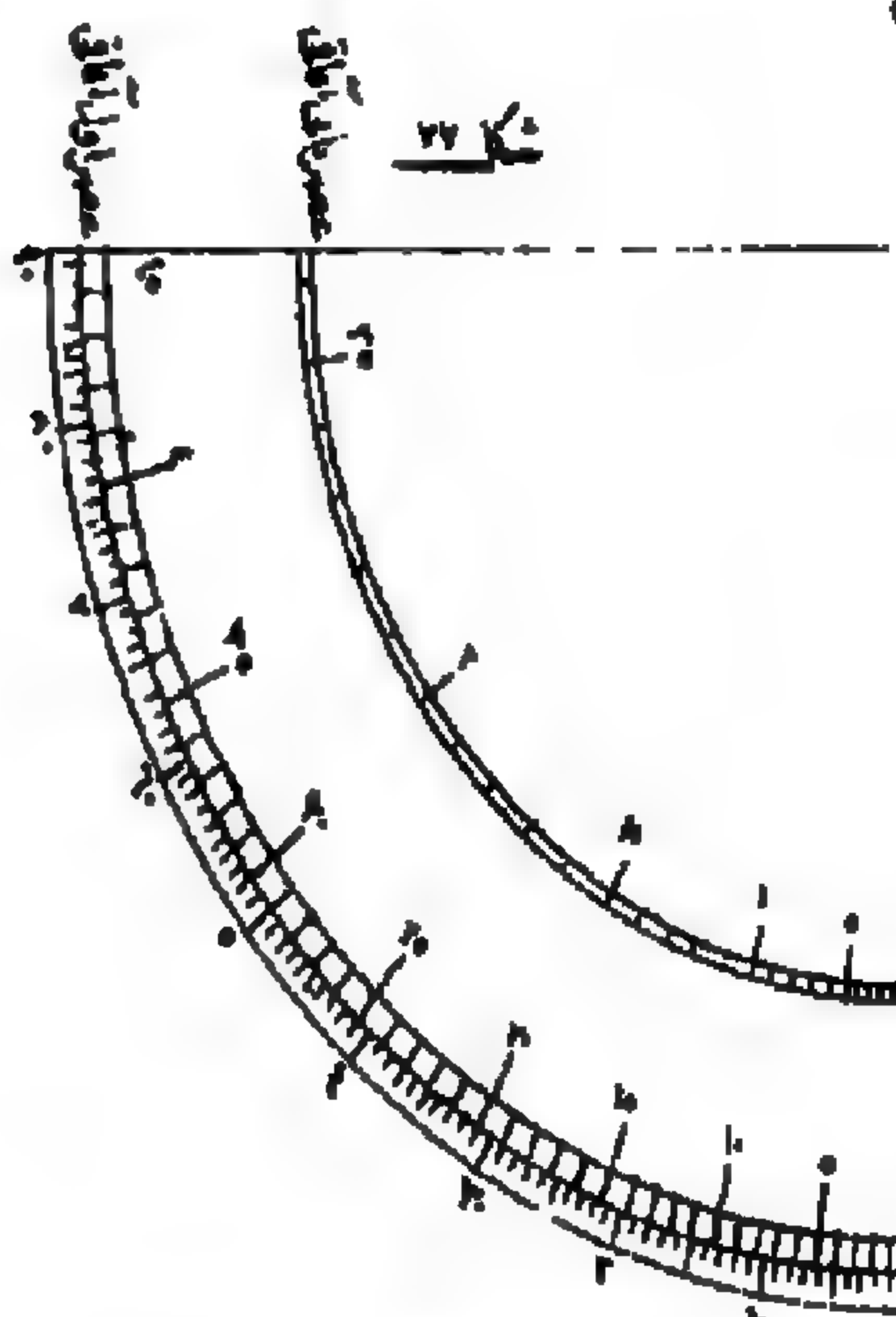




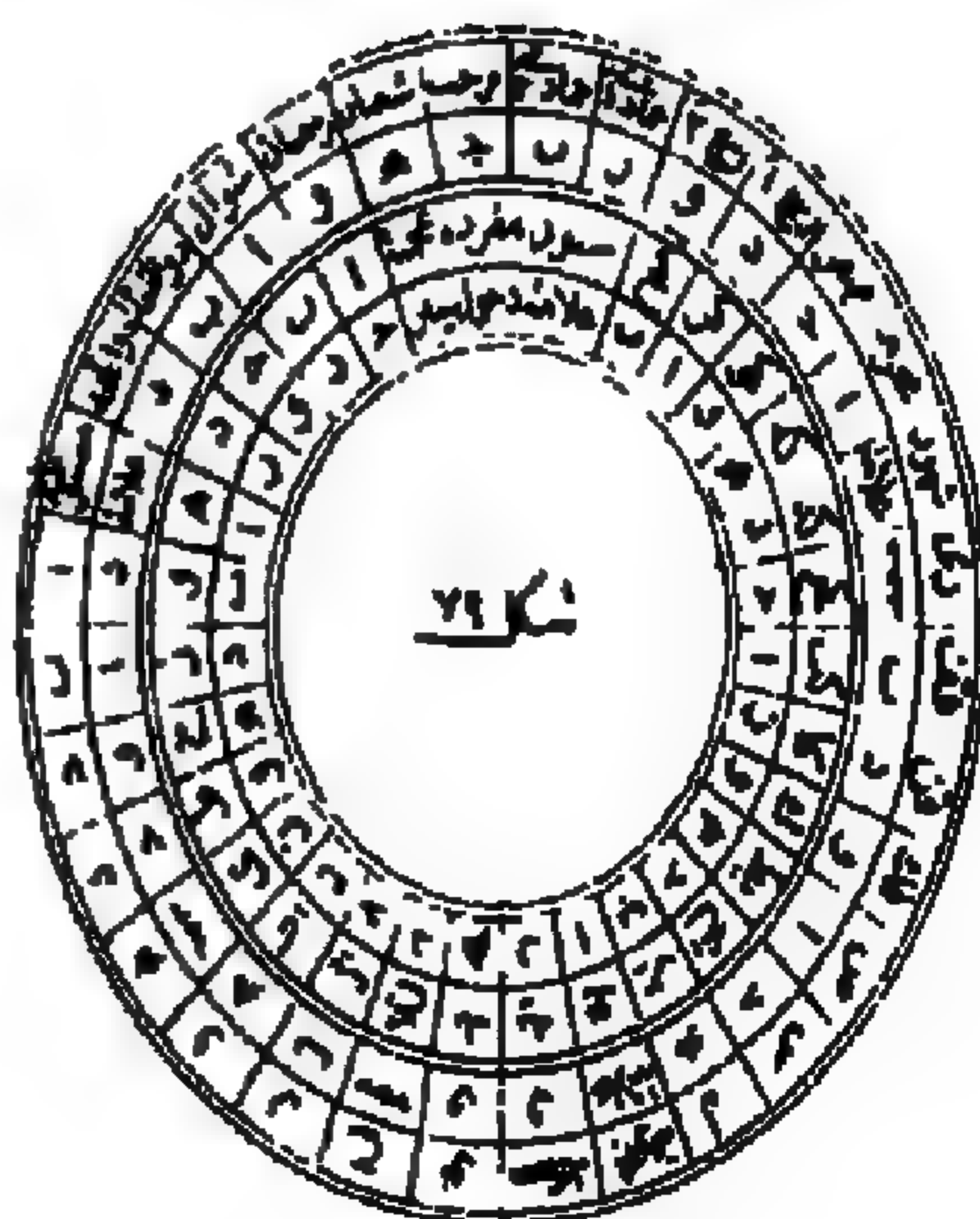
شکل ۷۶



شکل ۷۷



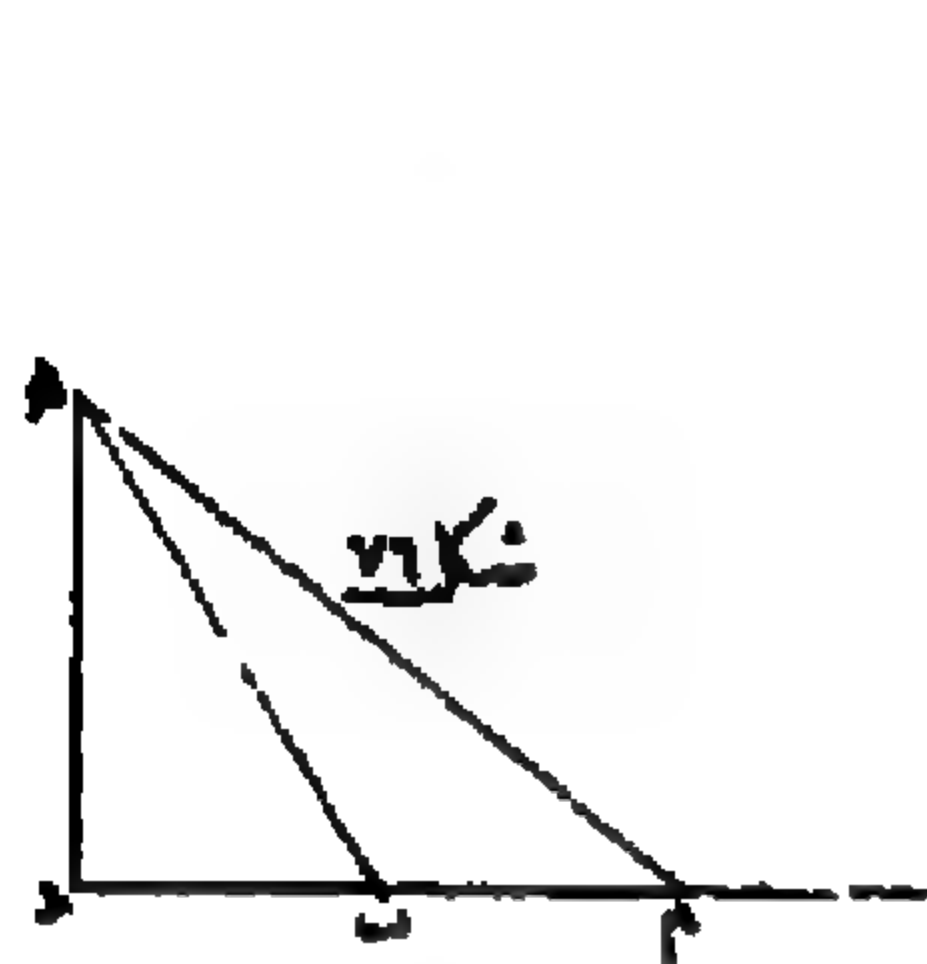
شکل ۷۸



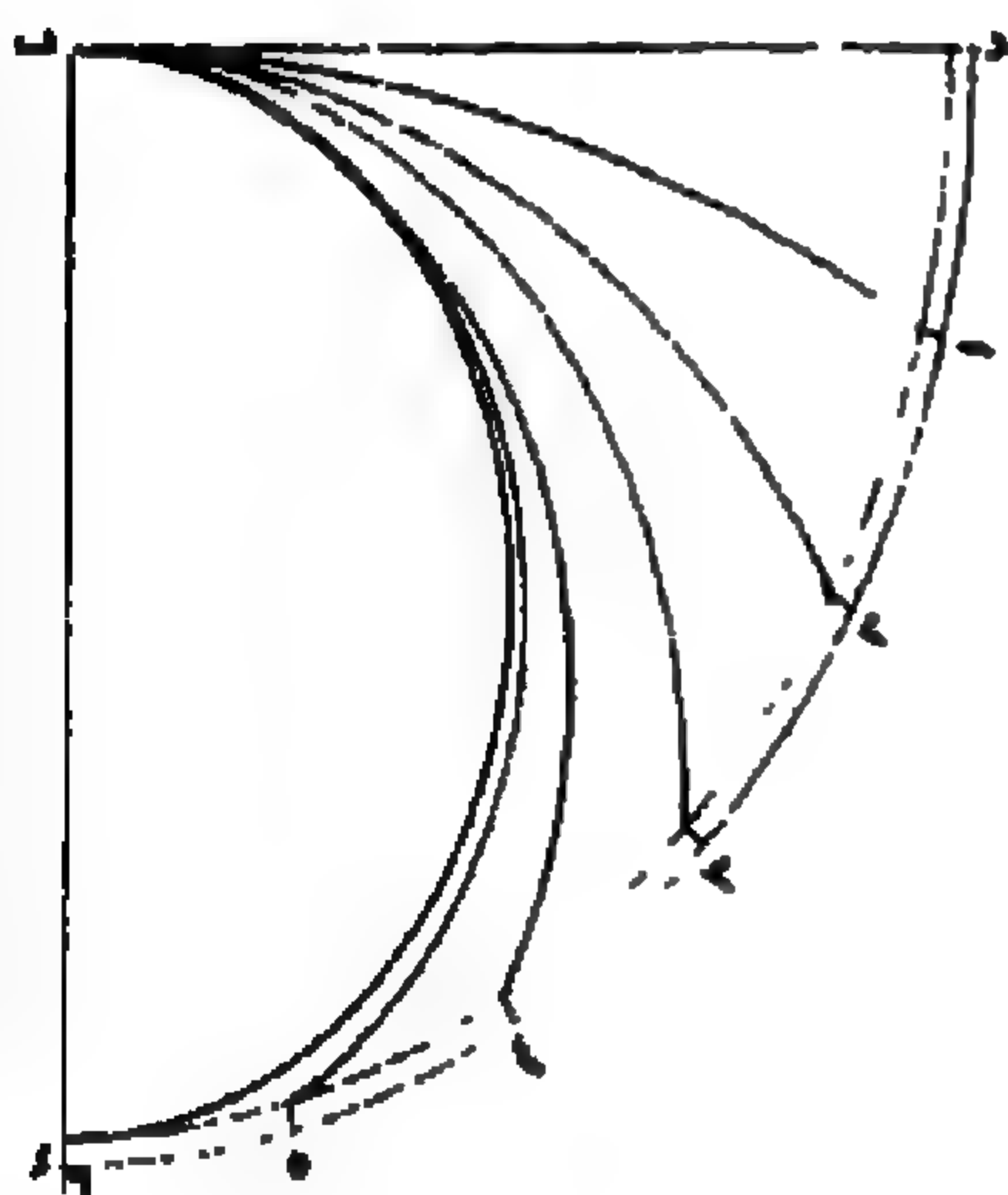
شکل ۷۹



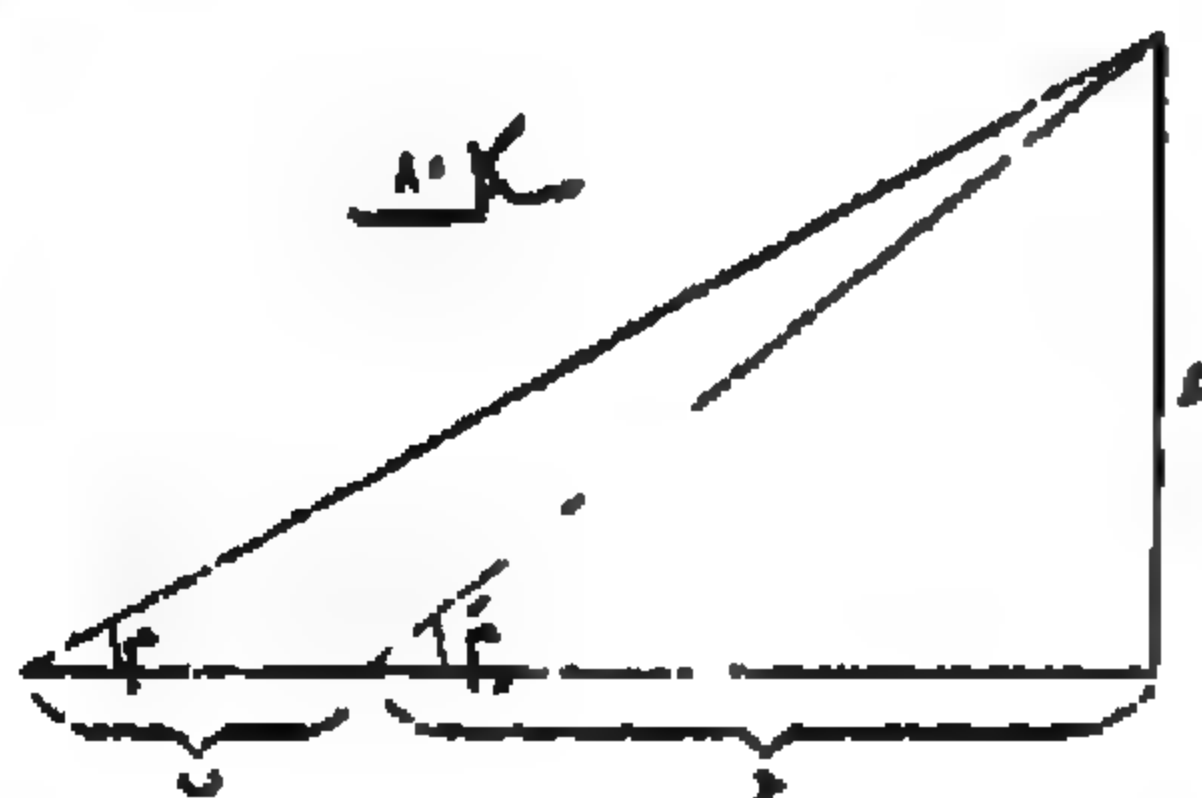
شکل ۸۰



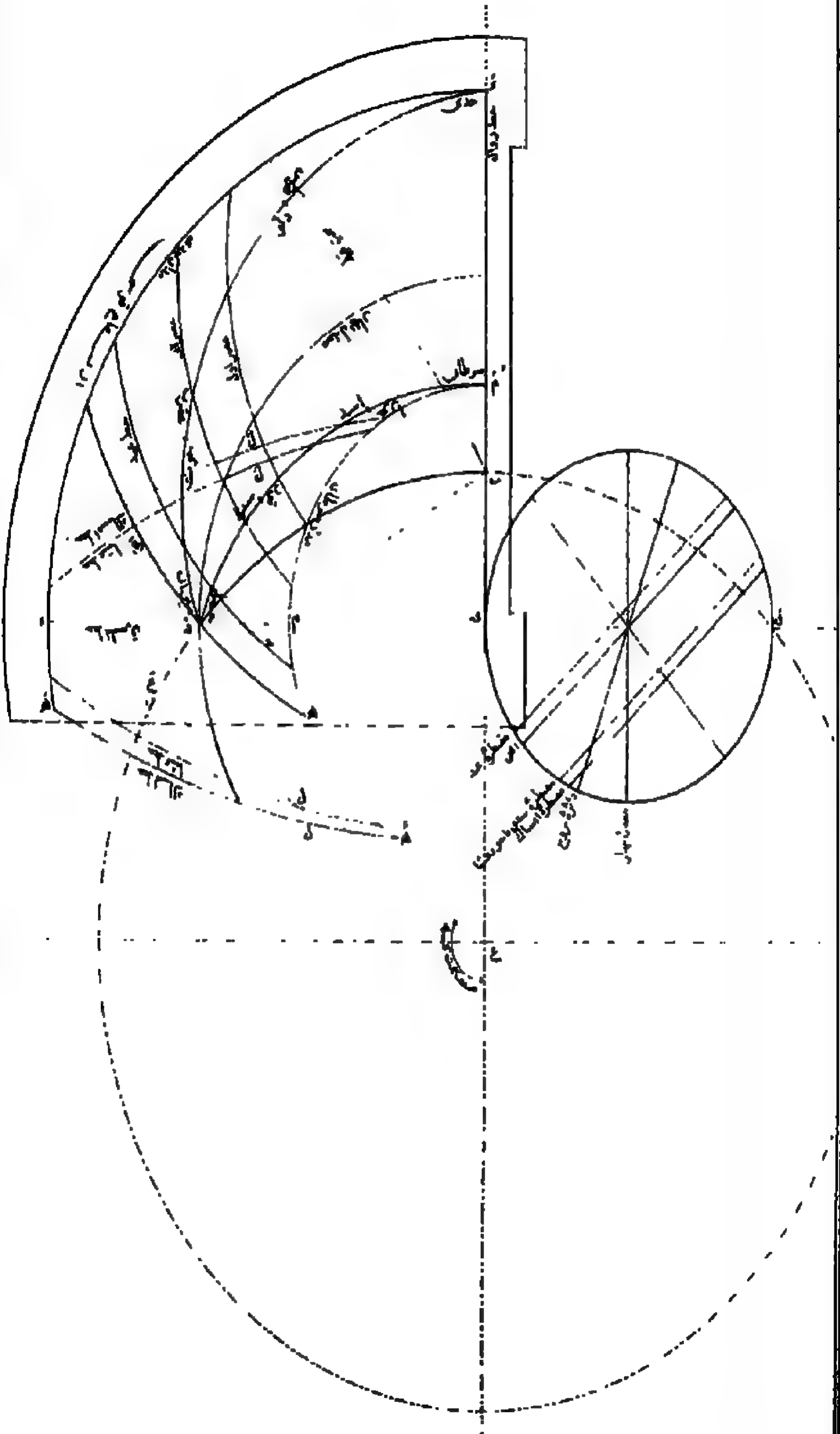
شکل ۸۱



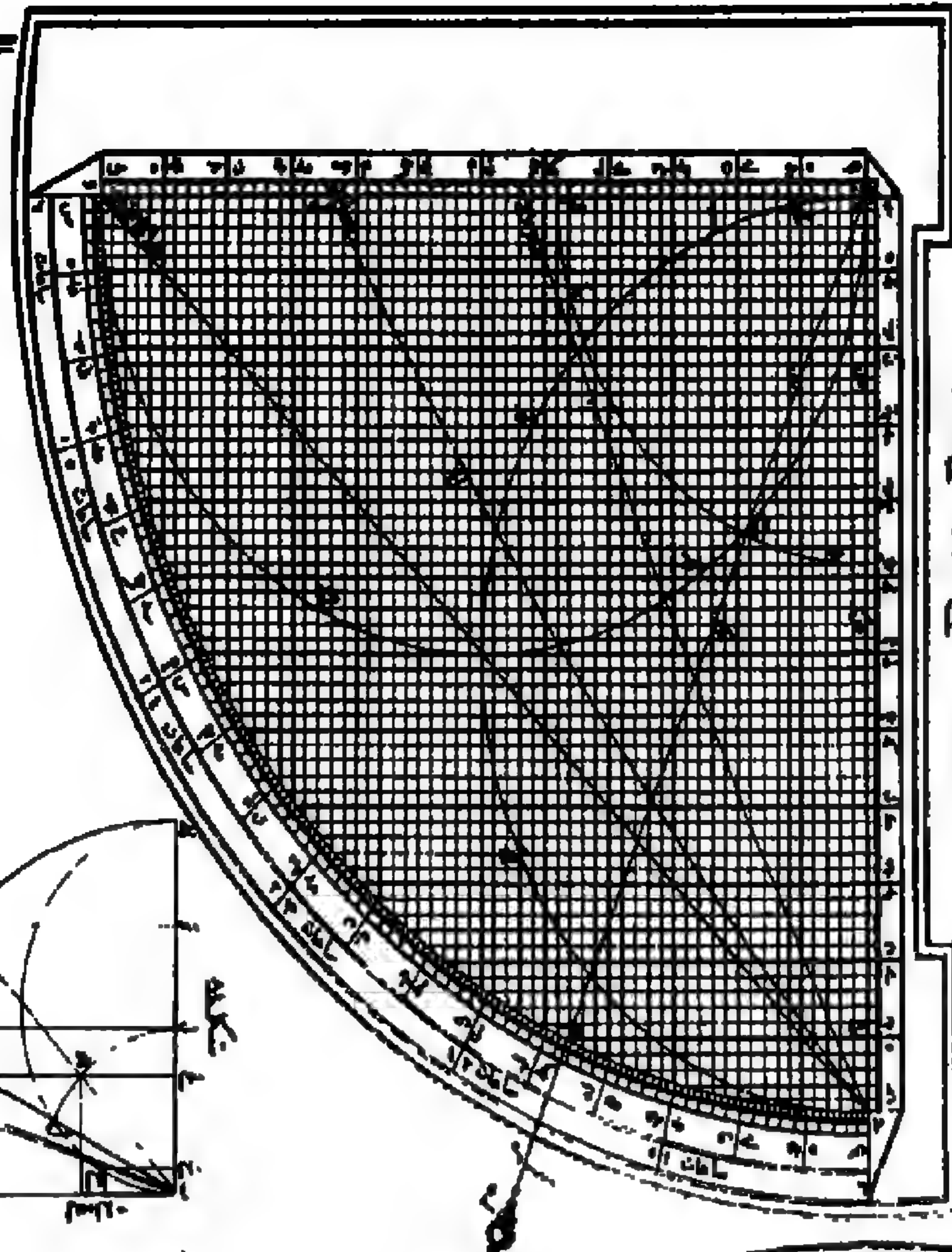
شکل ۸۲



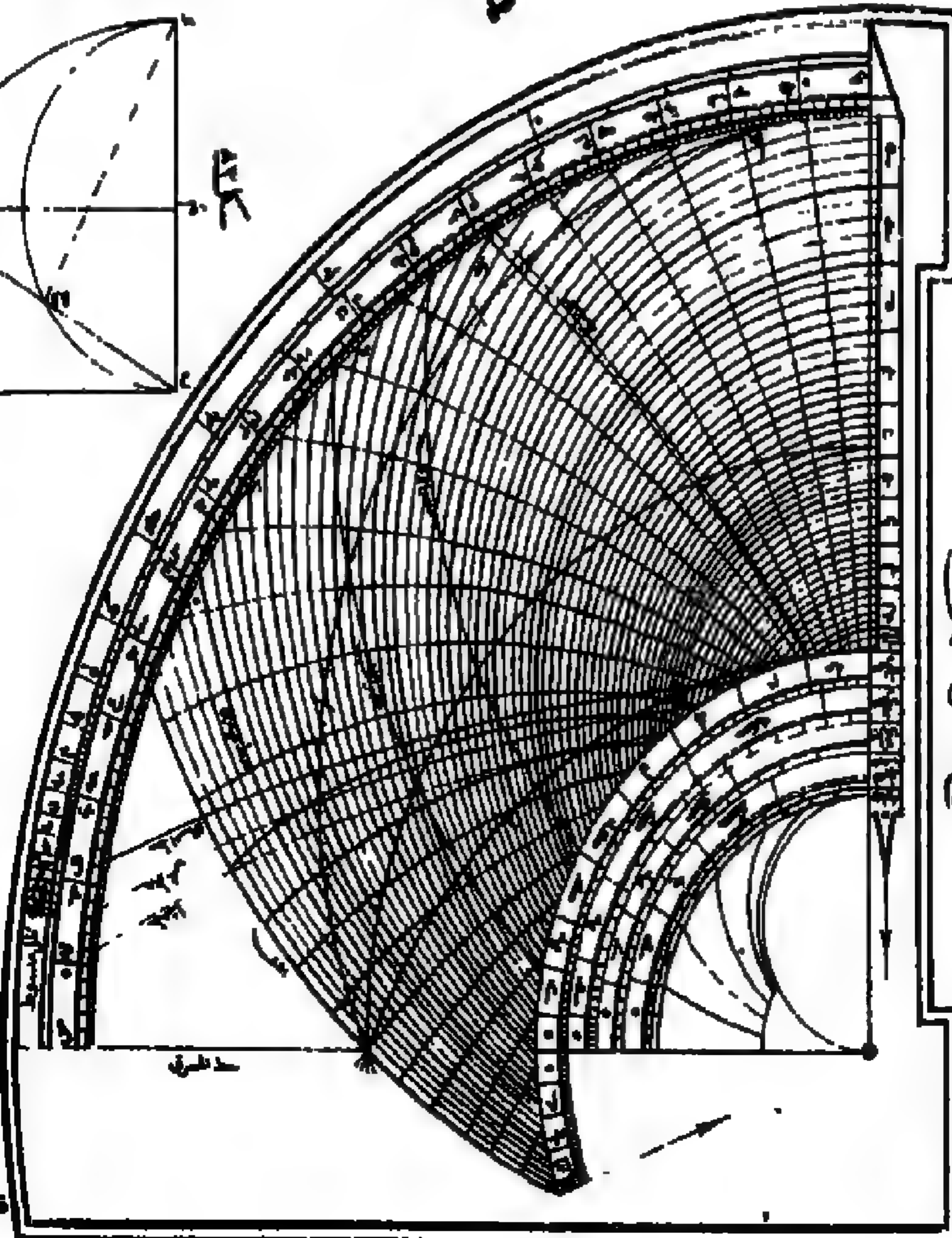
شكل ٨١



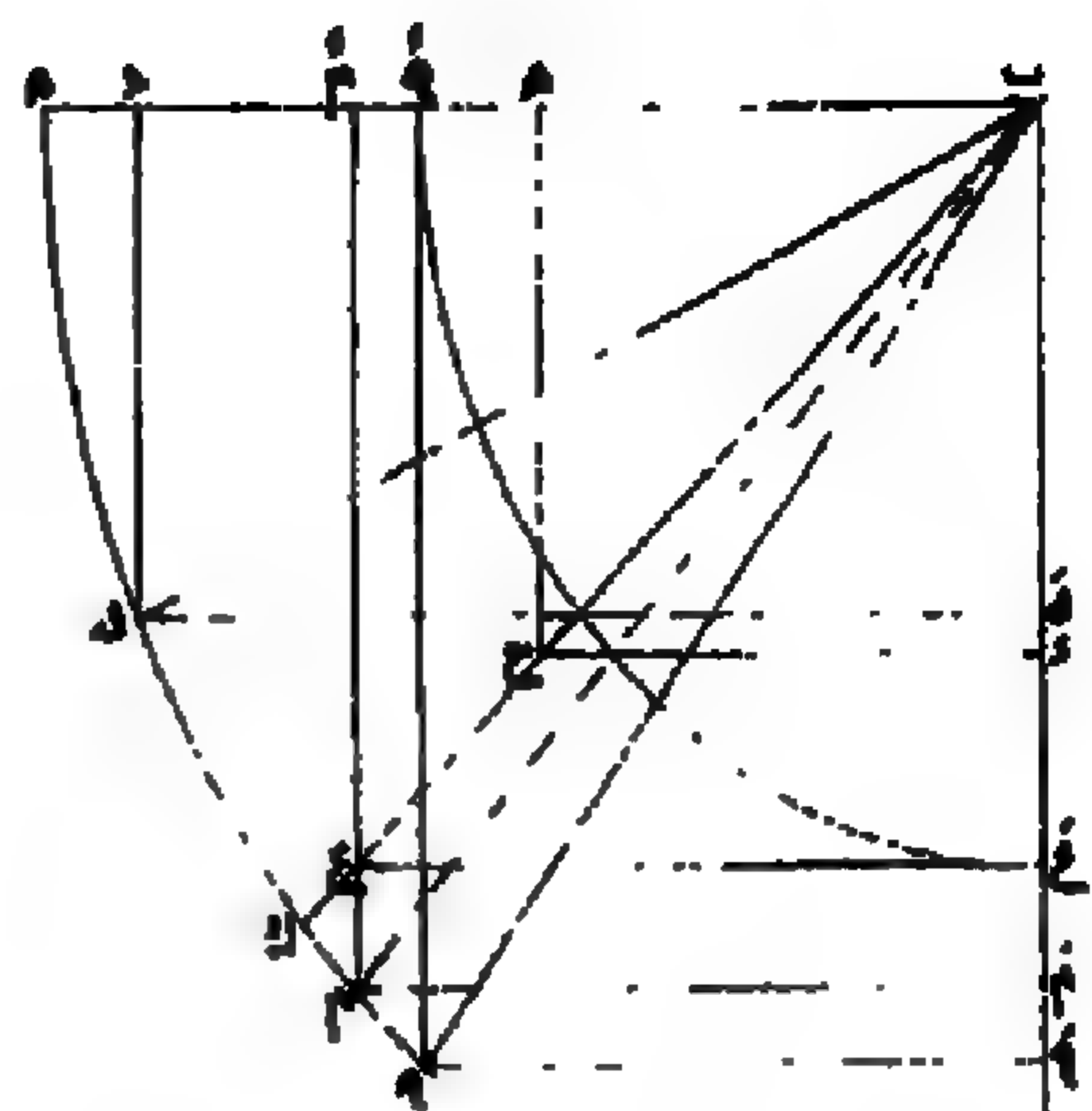
شكلا ١٢٢٠ ربيع الخريف : ربيع الصيف



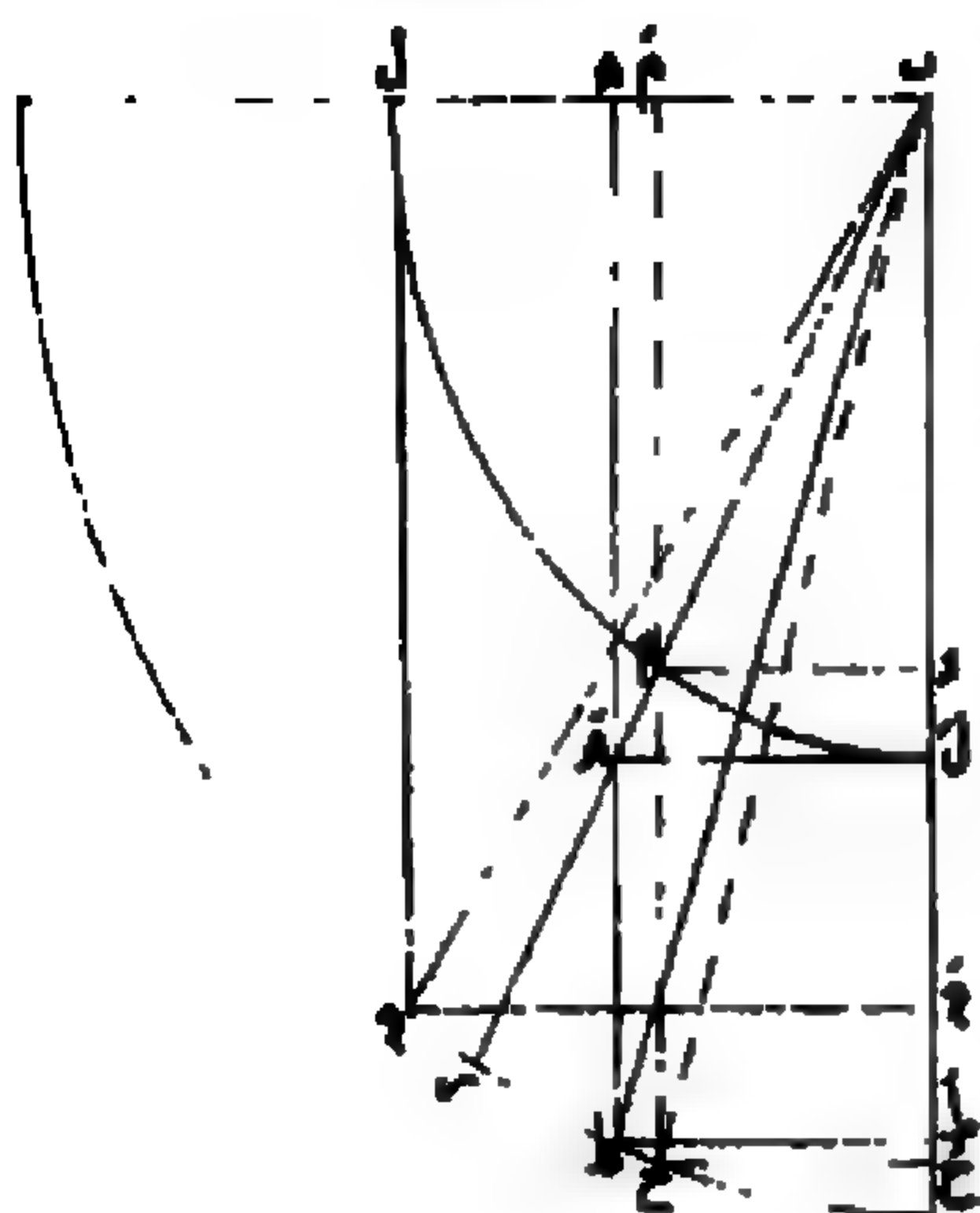
شكلا ١٢٢١ ربيع الخريف : ربيع الصيف



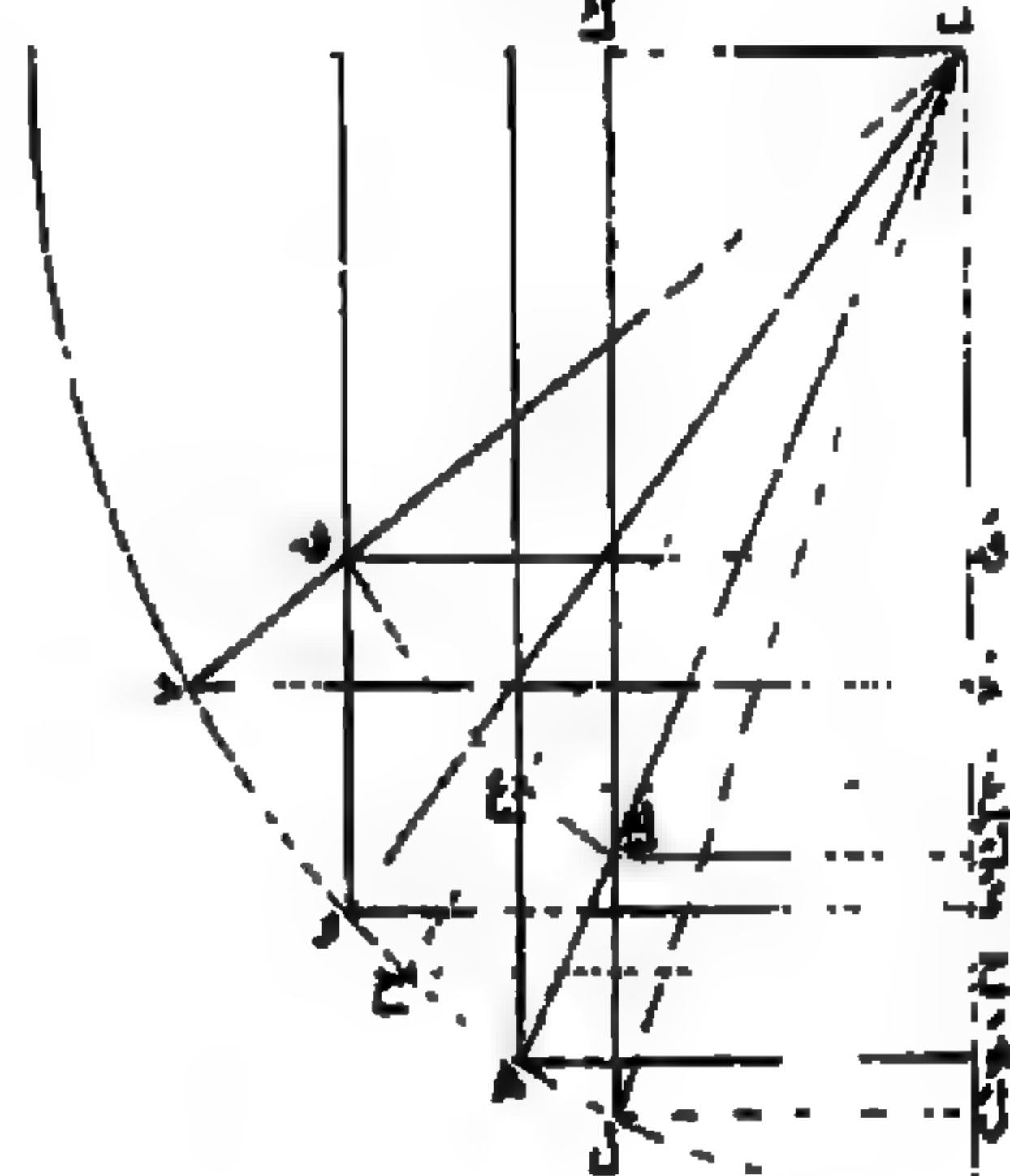
شکل ۸۸



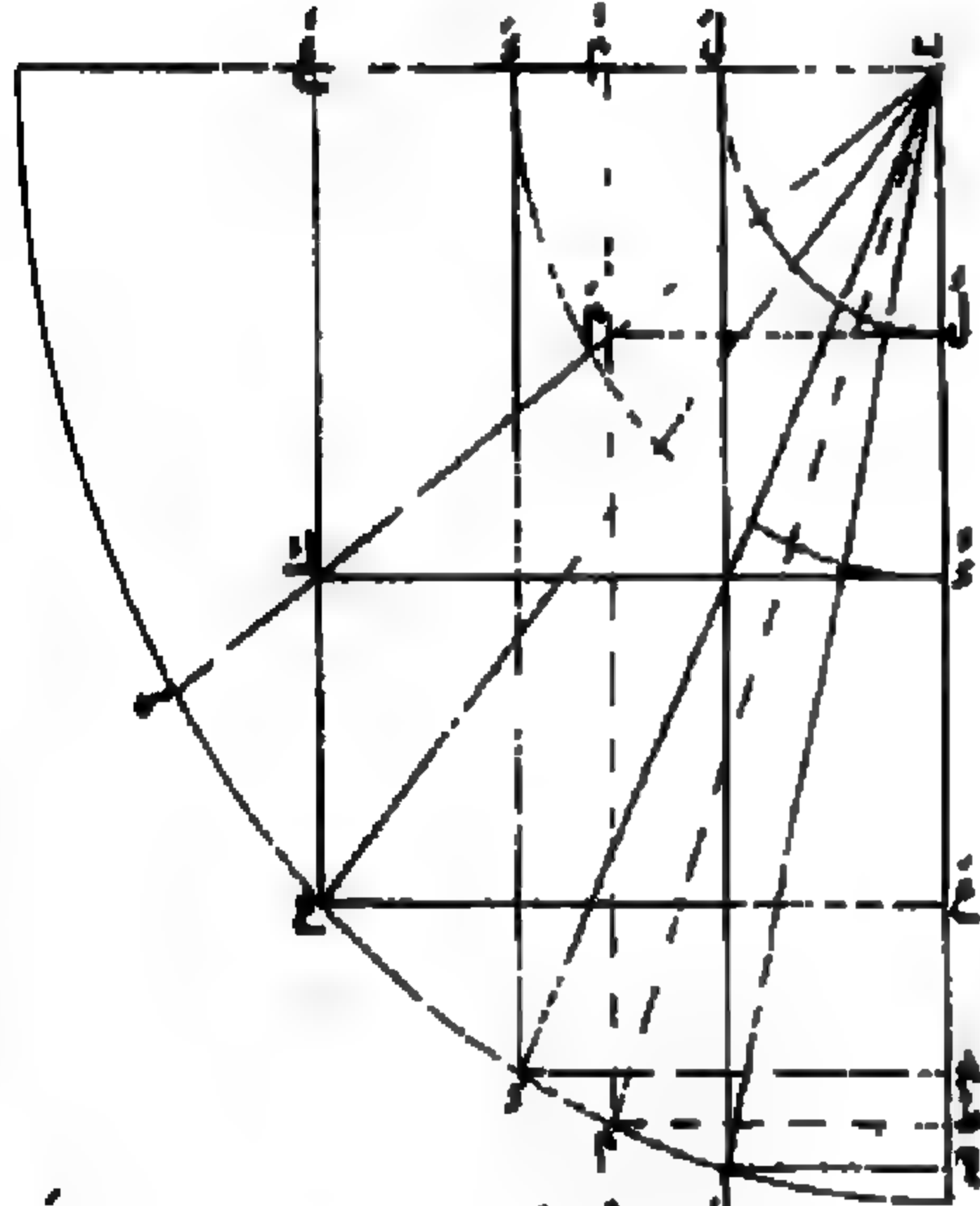
شکل ۸۹



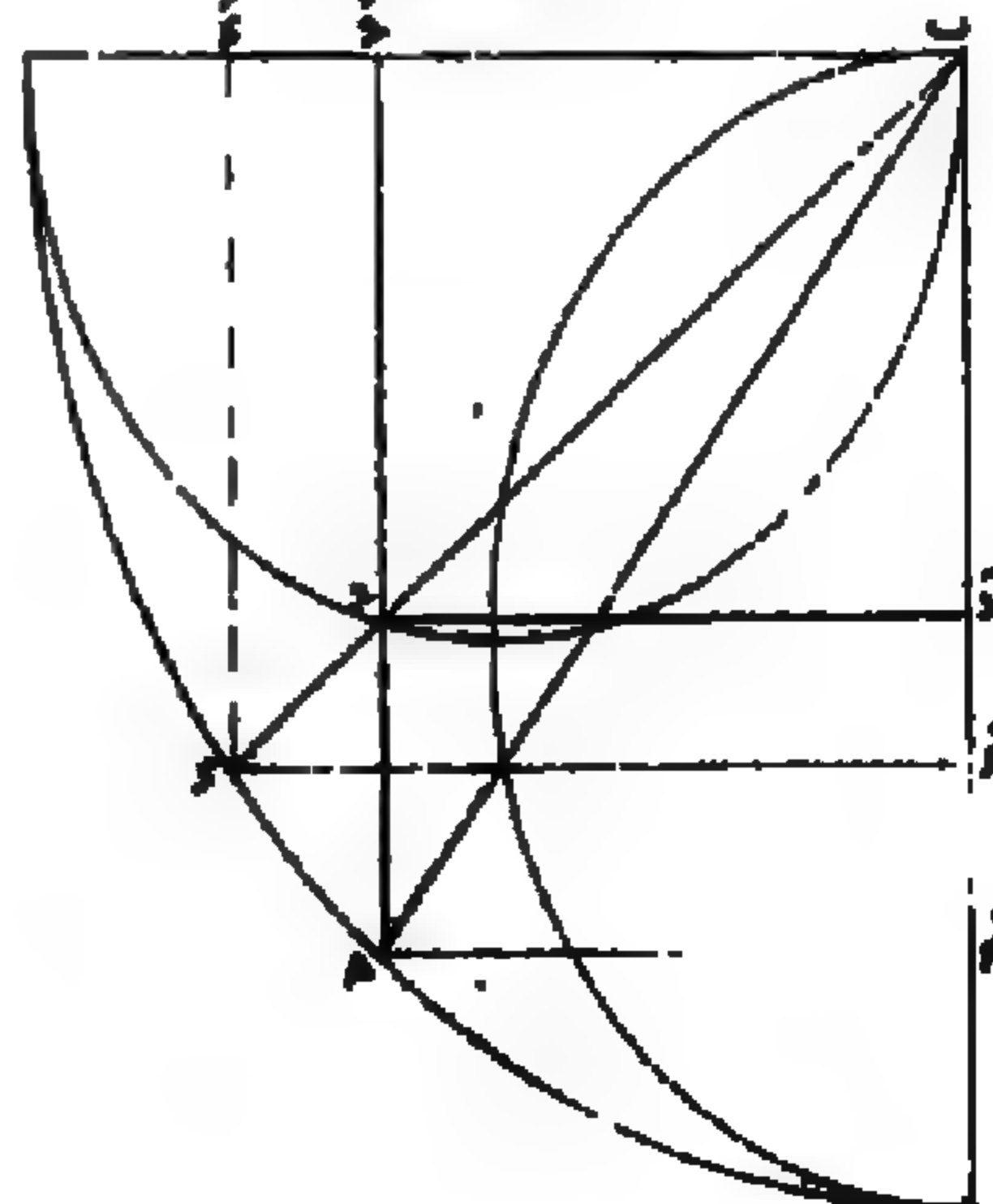
شکل ۹۰



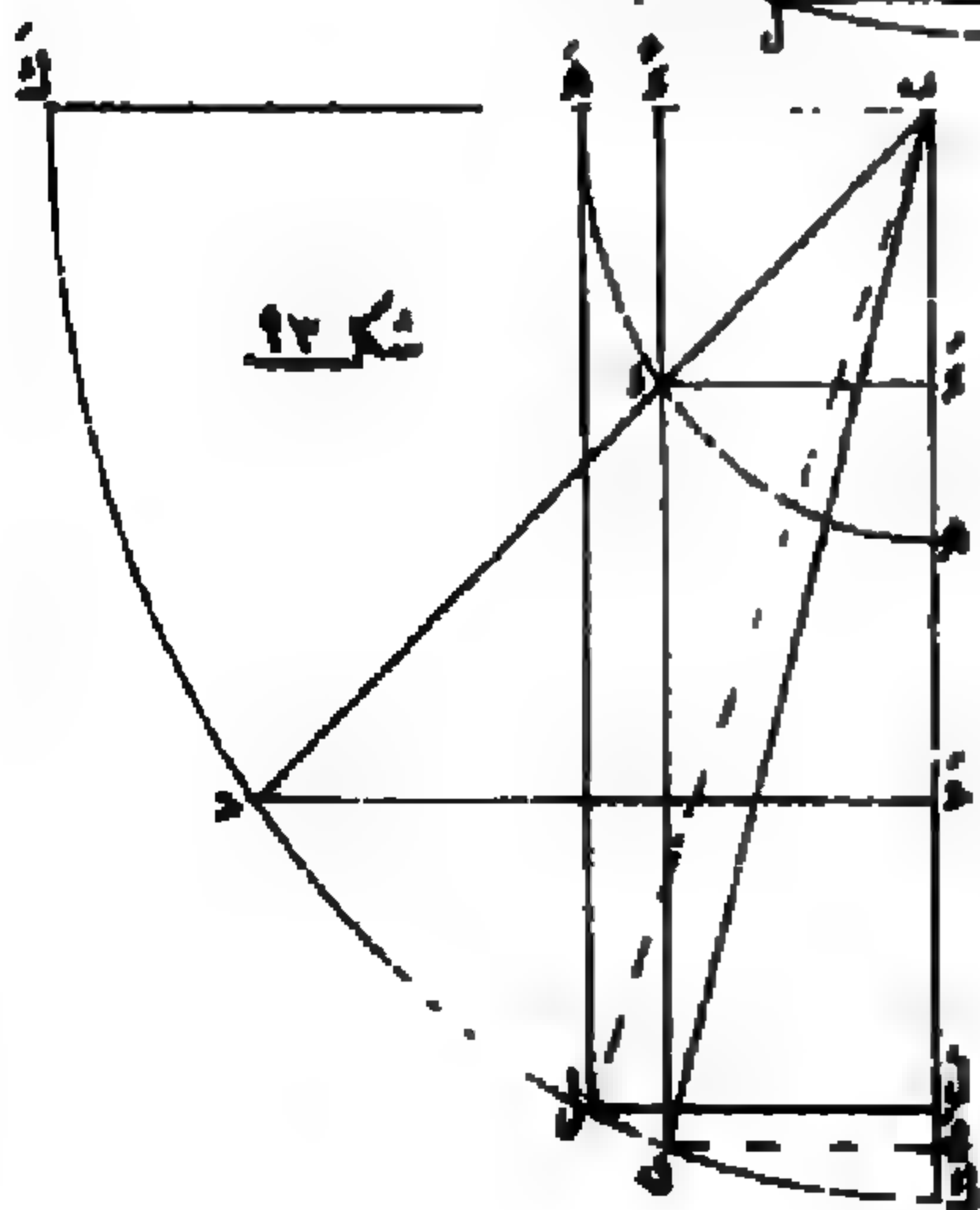
شکل ۹۱



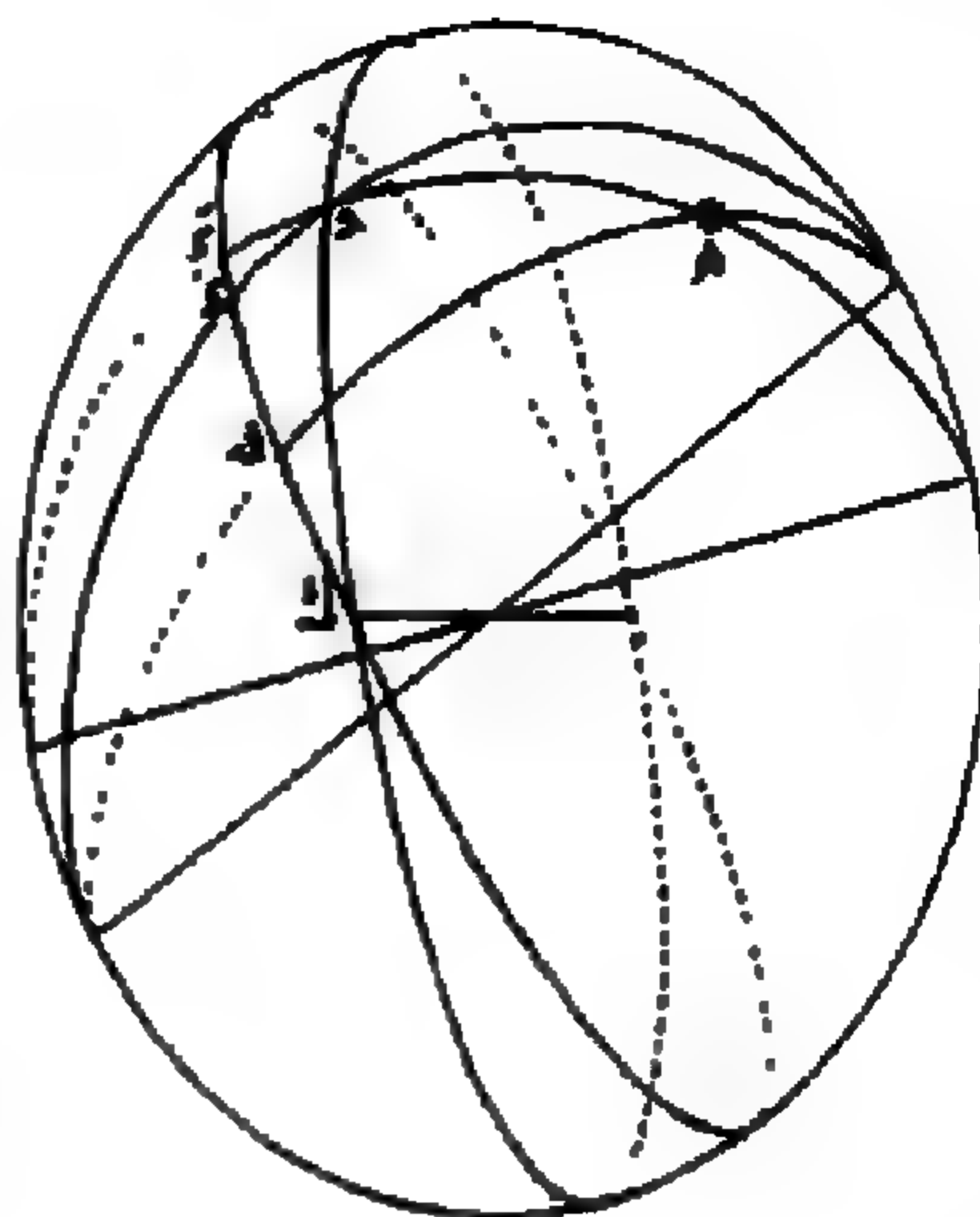
شکل ۹۲



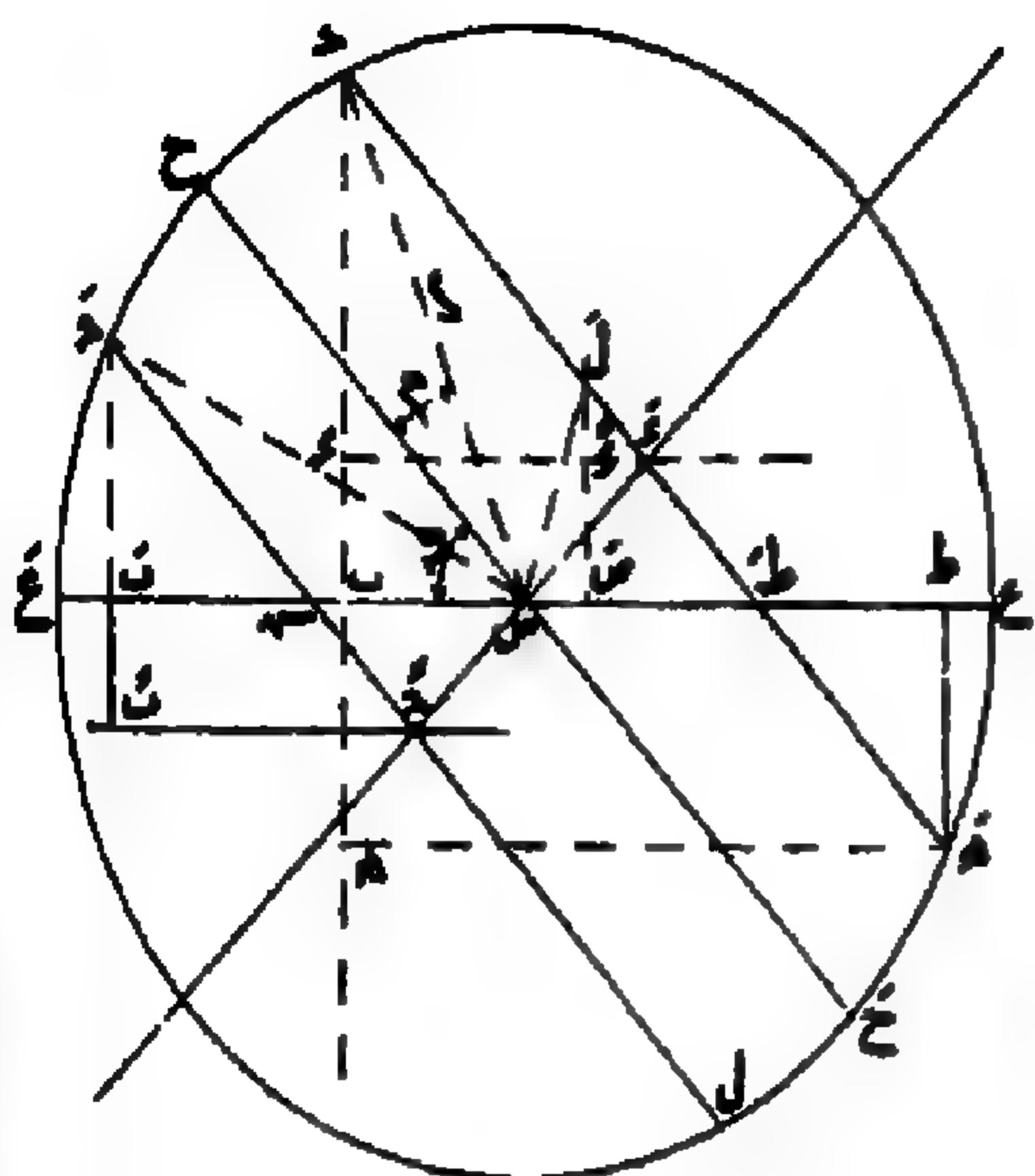
شکل ۹۳



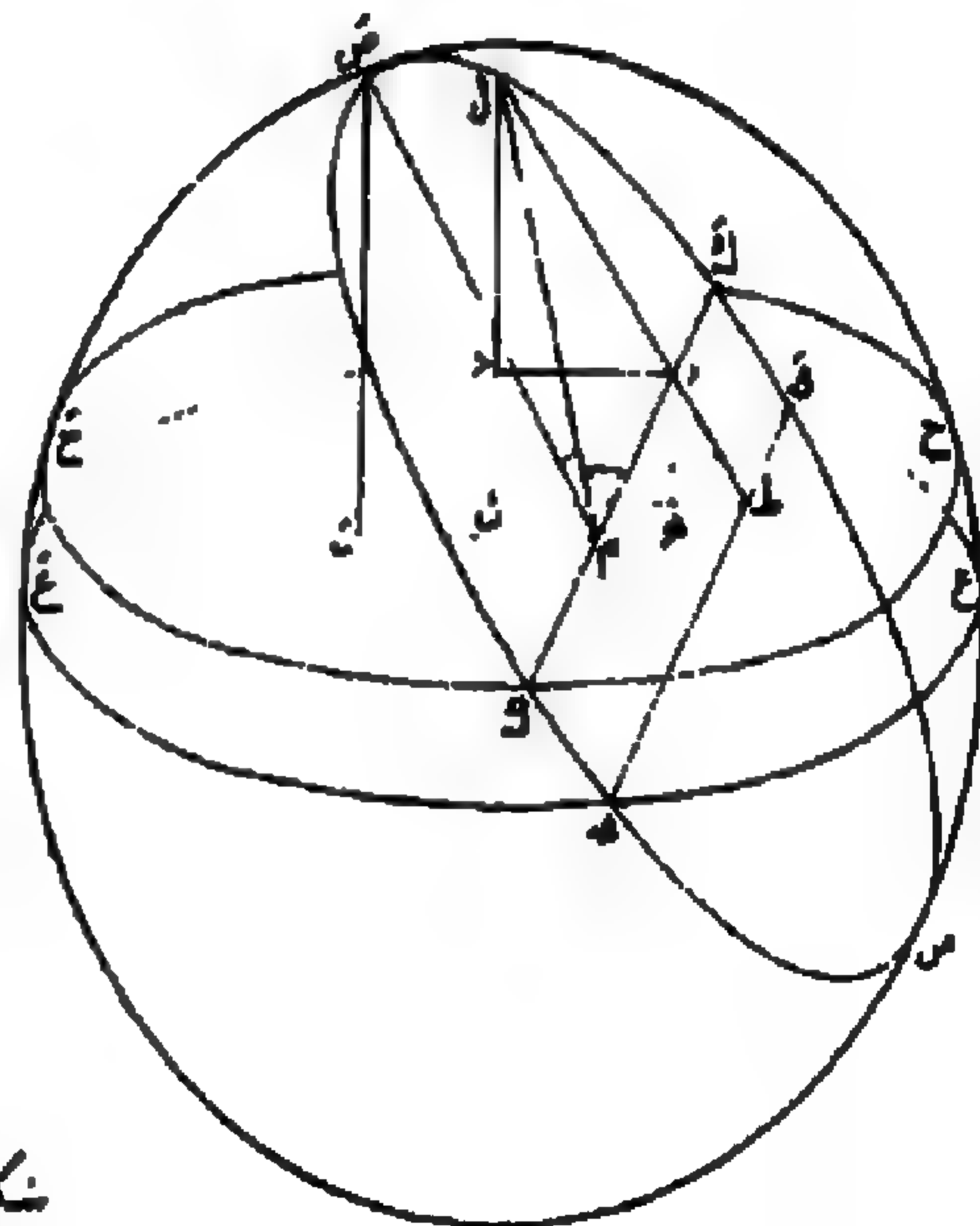
شكل ١٤



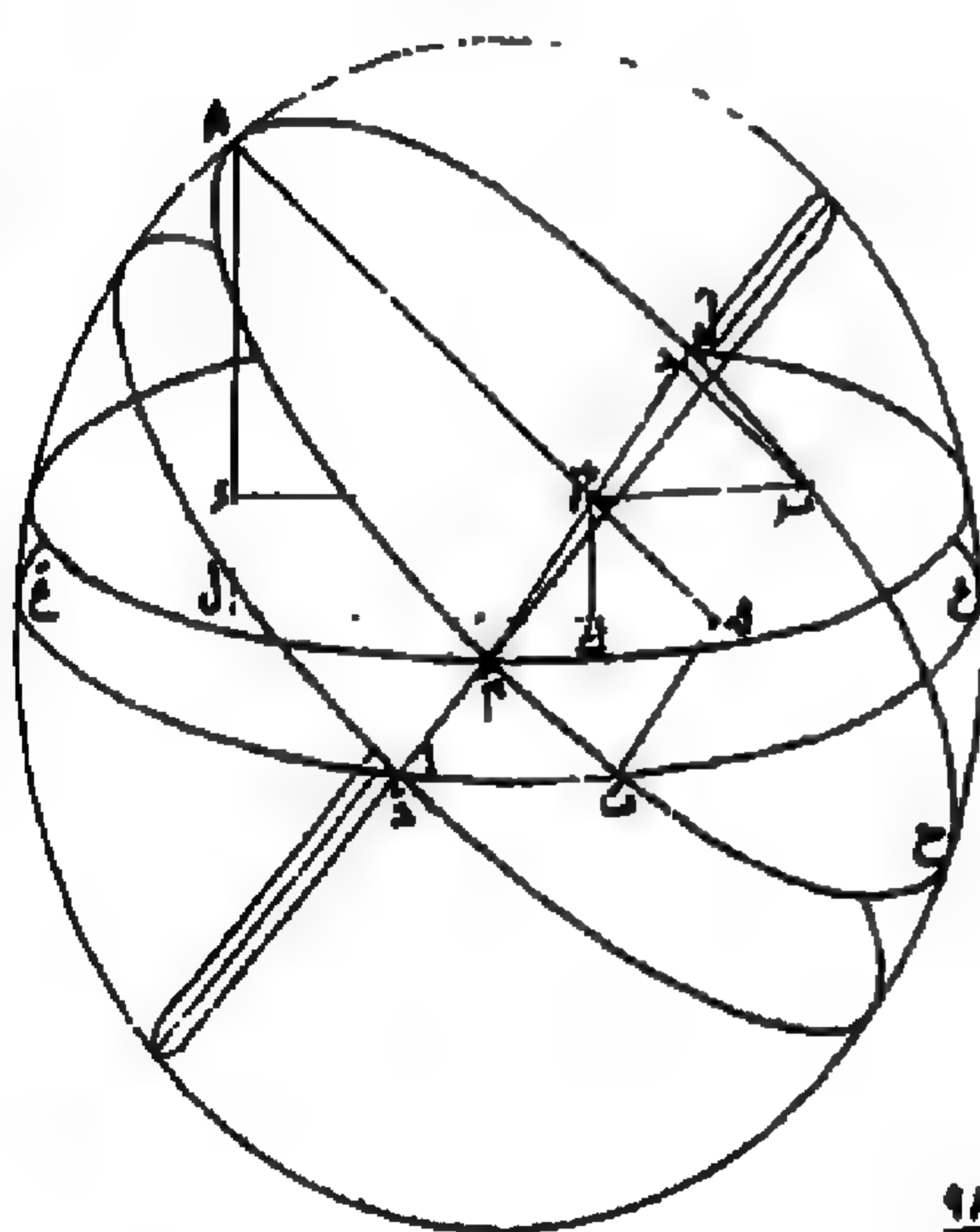
شكل ١٥



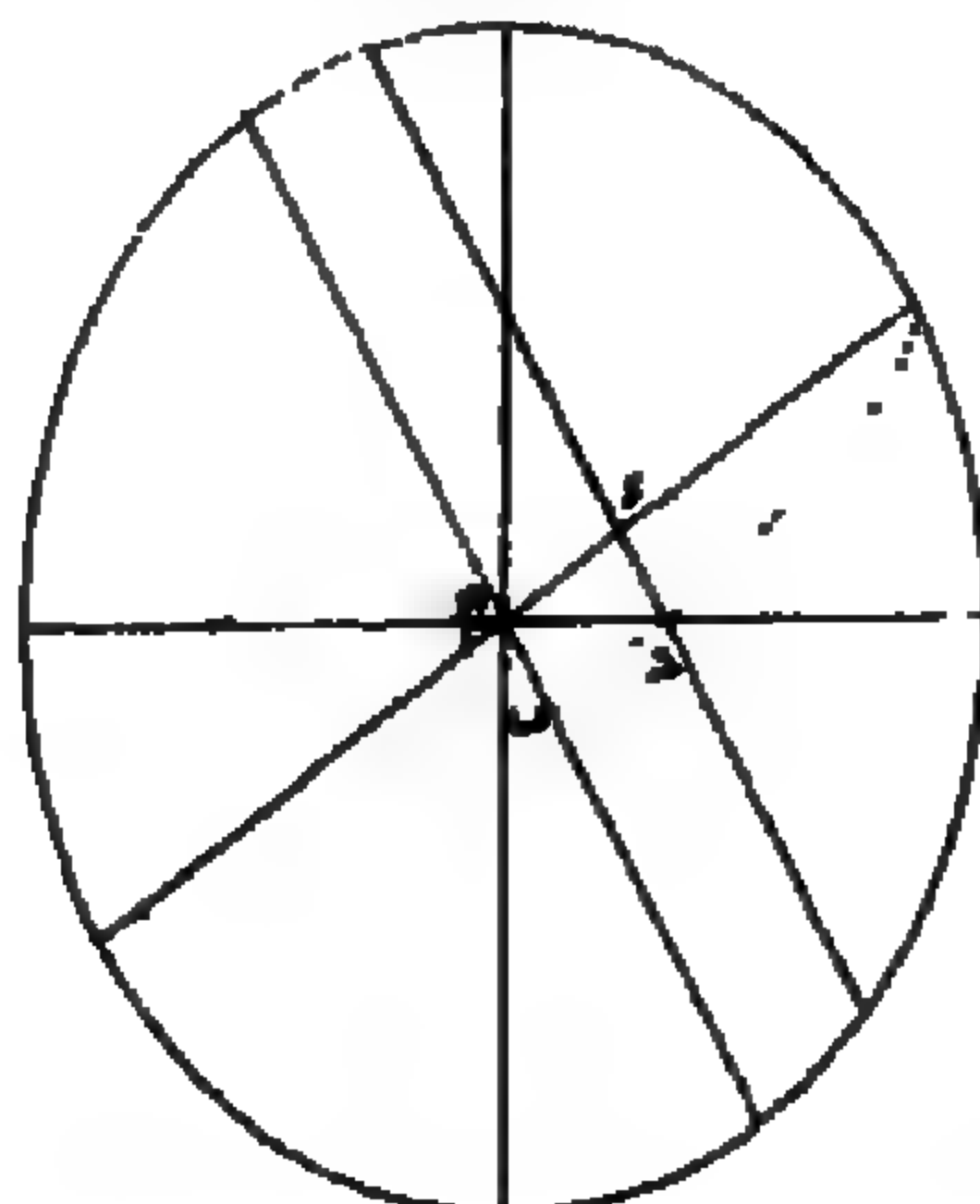
شكل ١٦



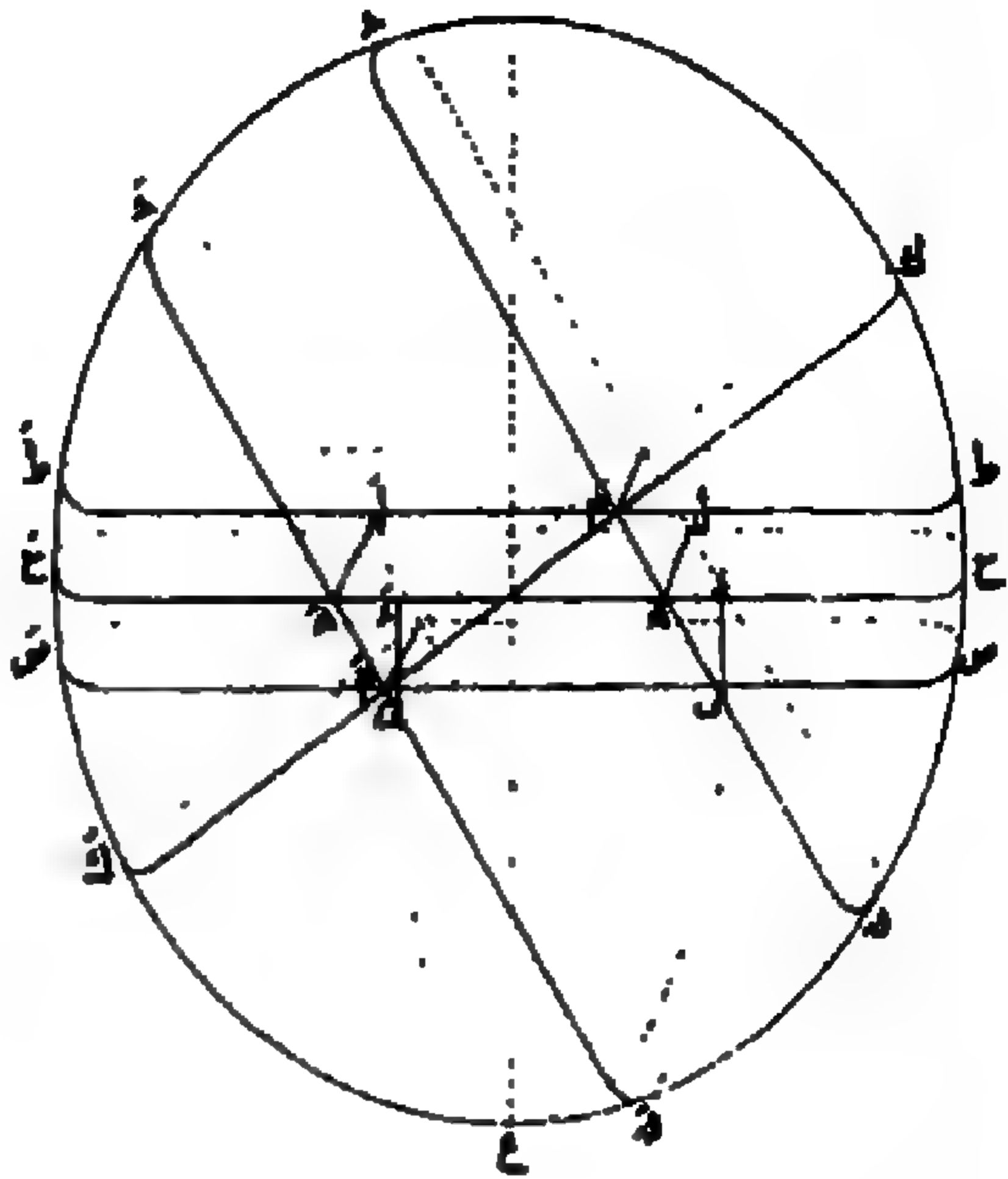
شكل ١٧



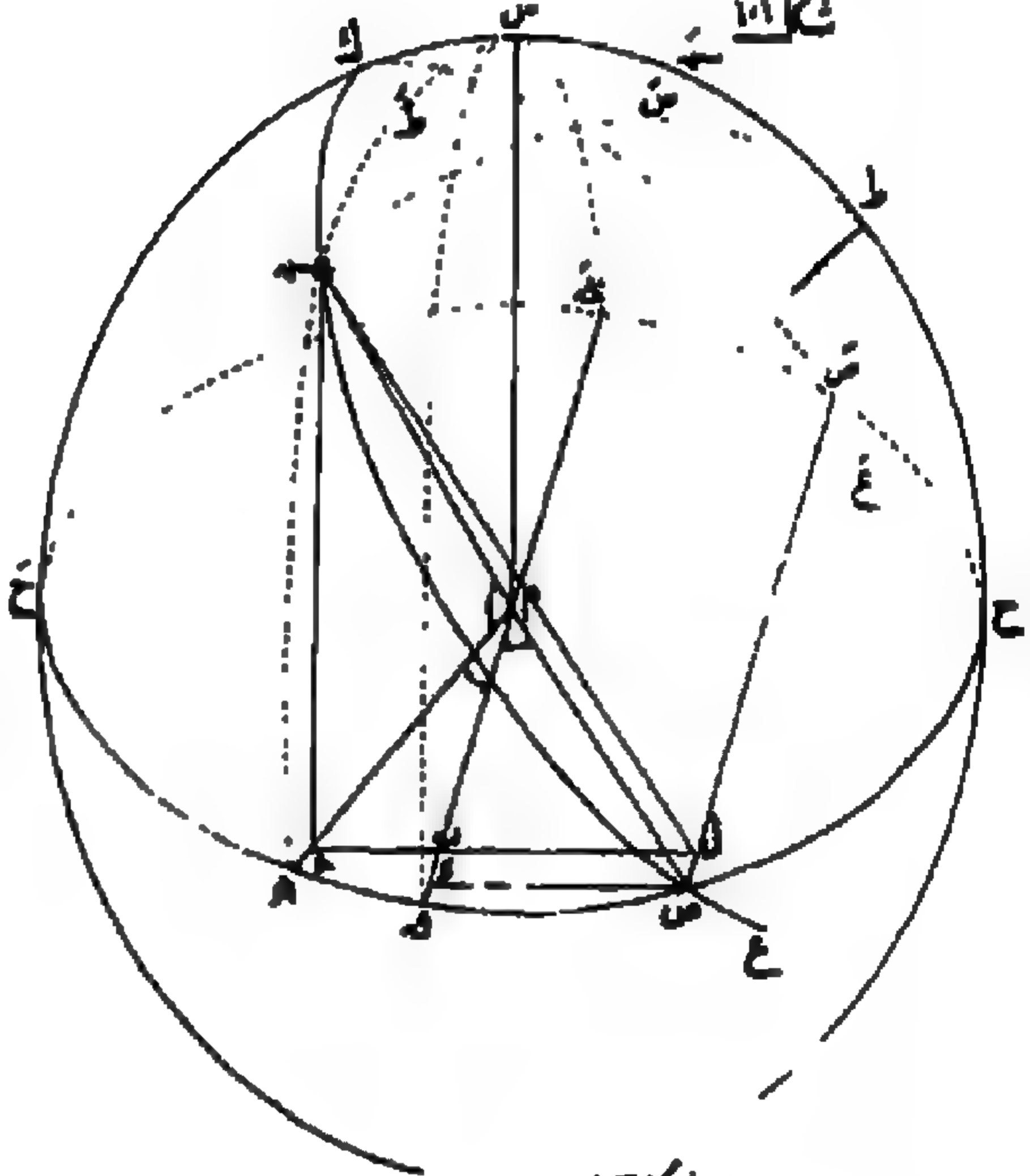
شكل ١٨



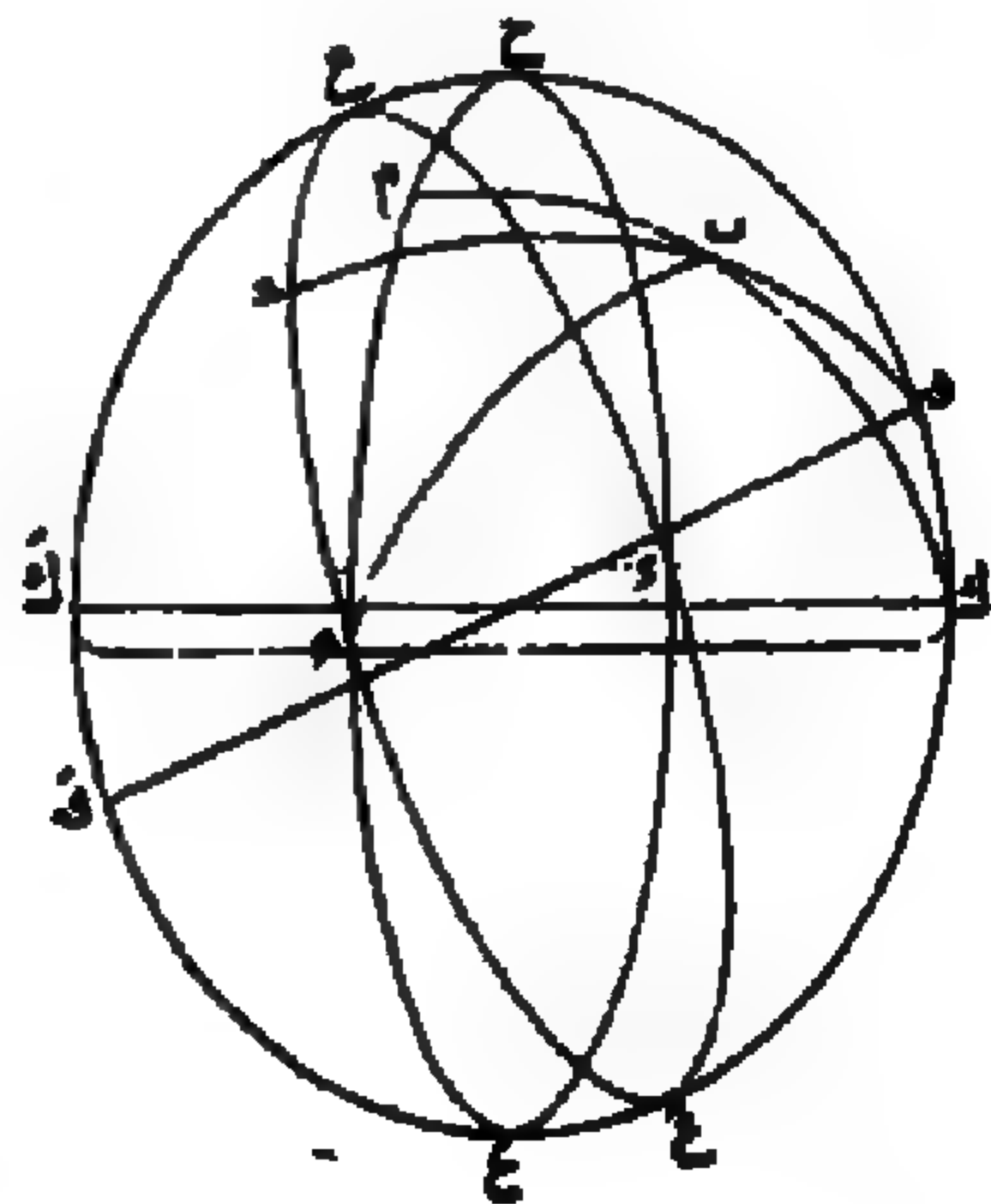
شكلا



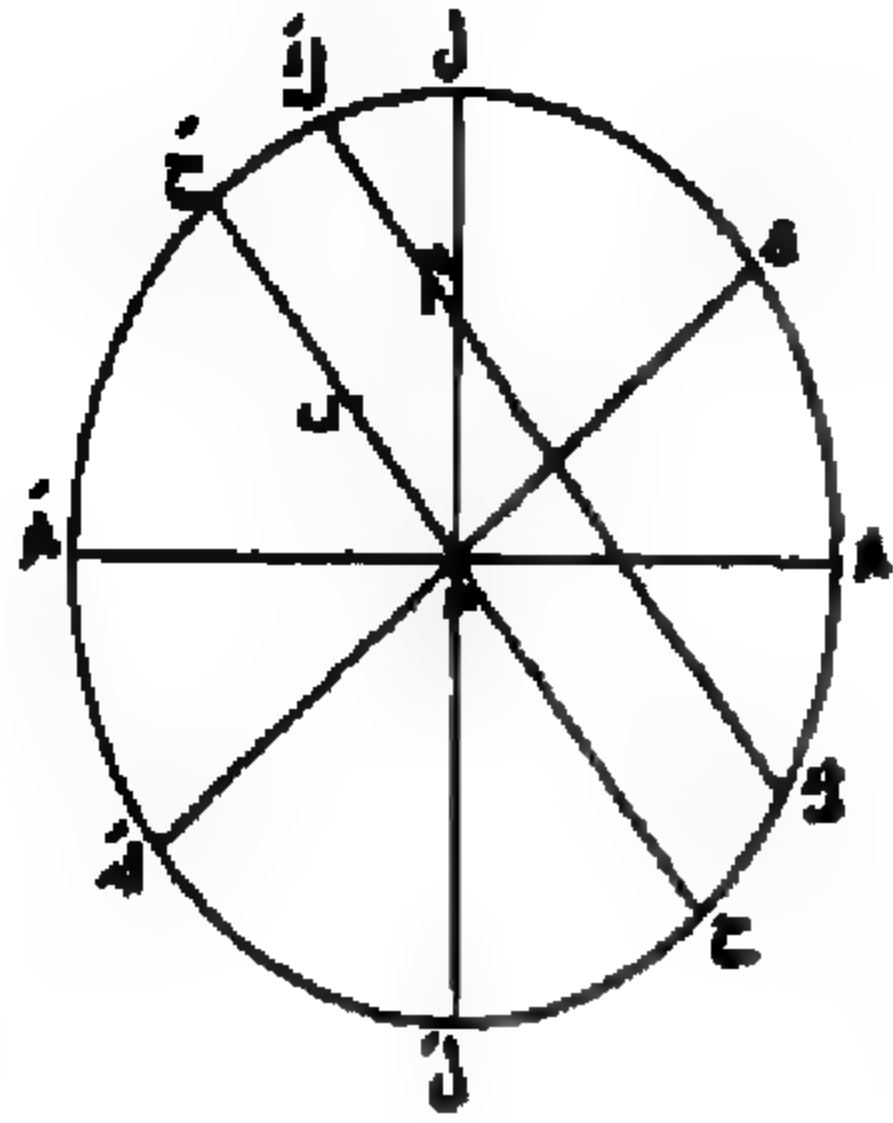
شكلا ١١



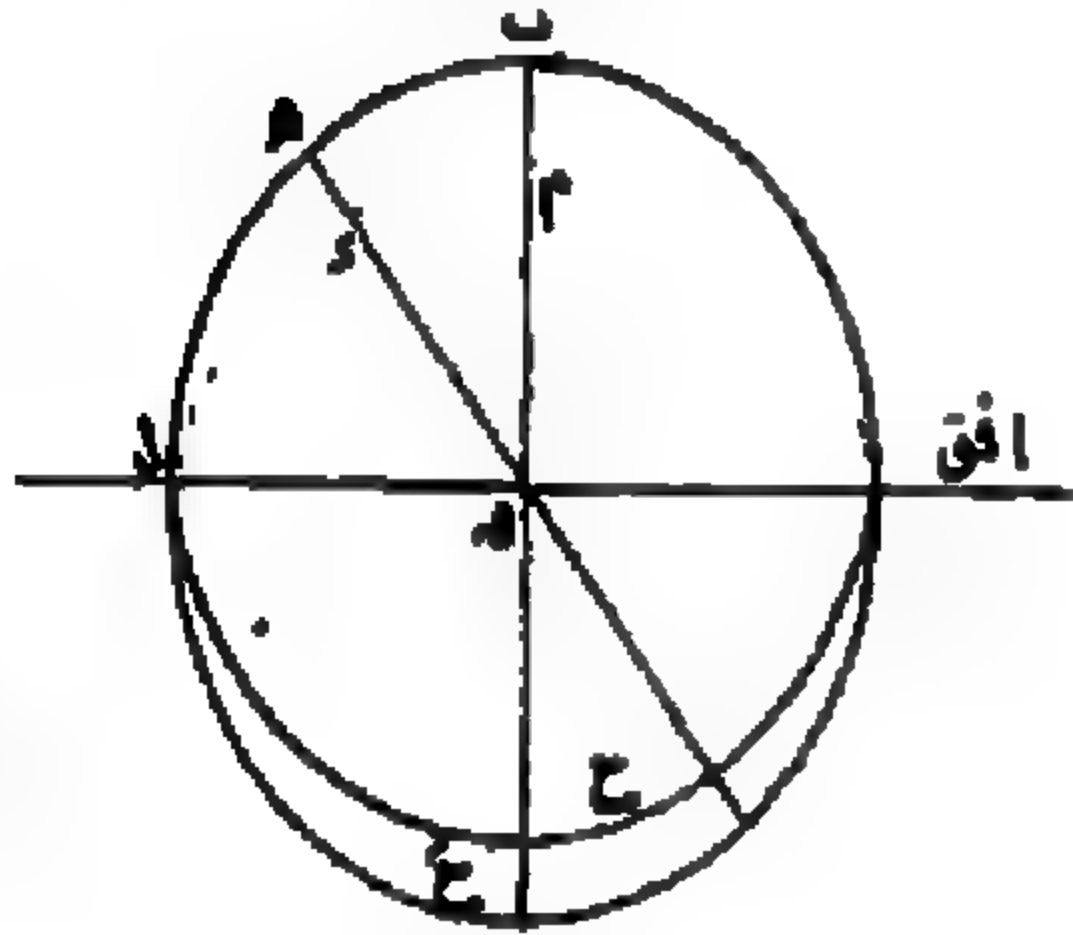
شكلا ١٢



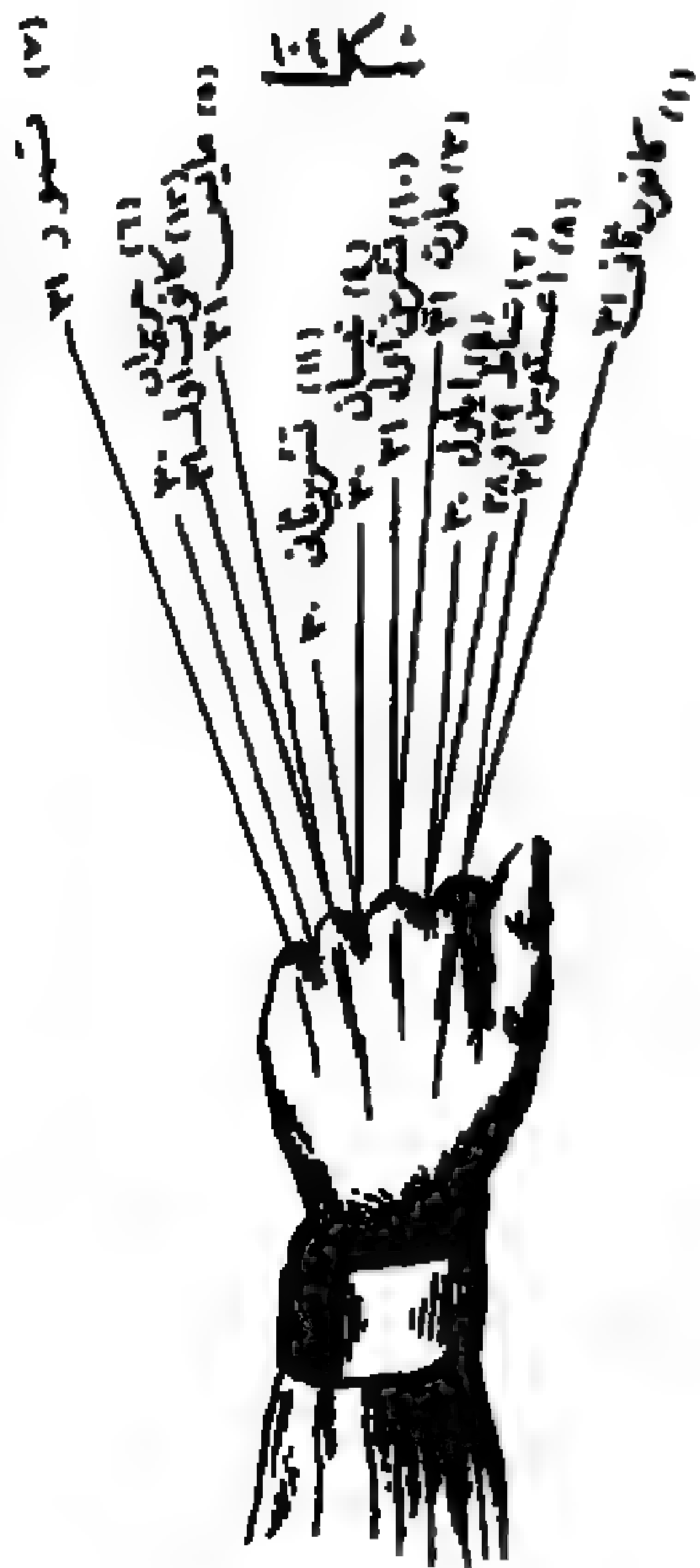
شكلا ١٠



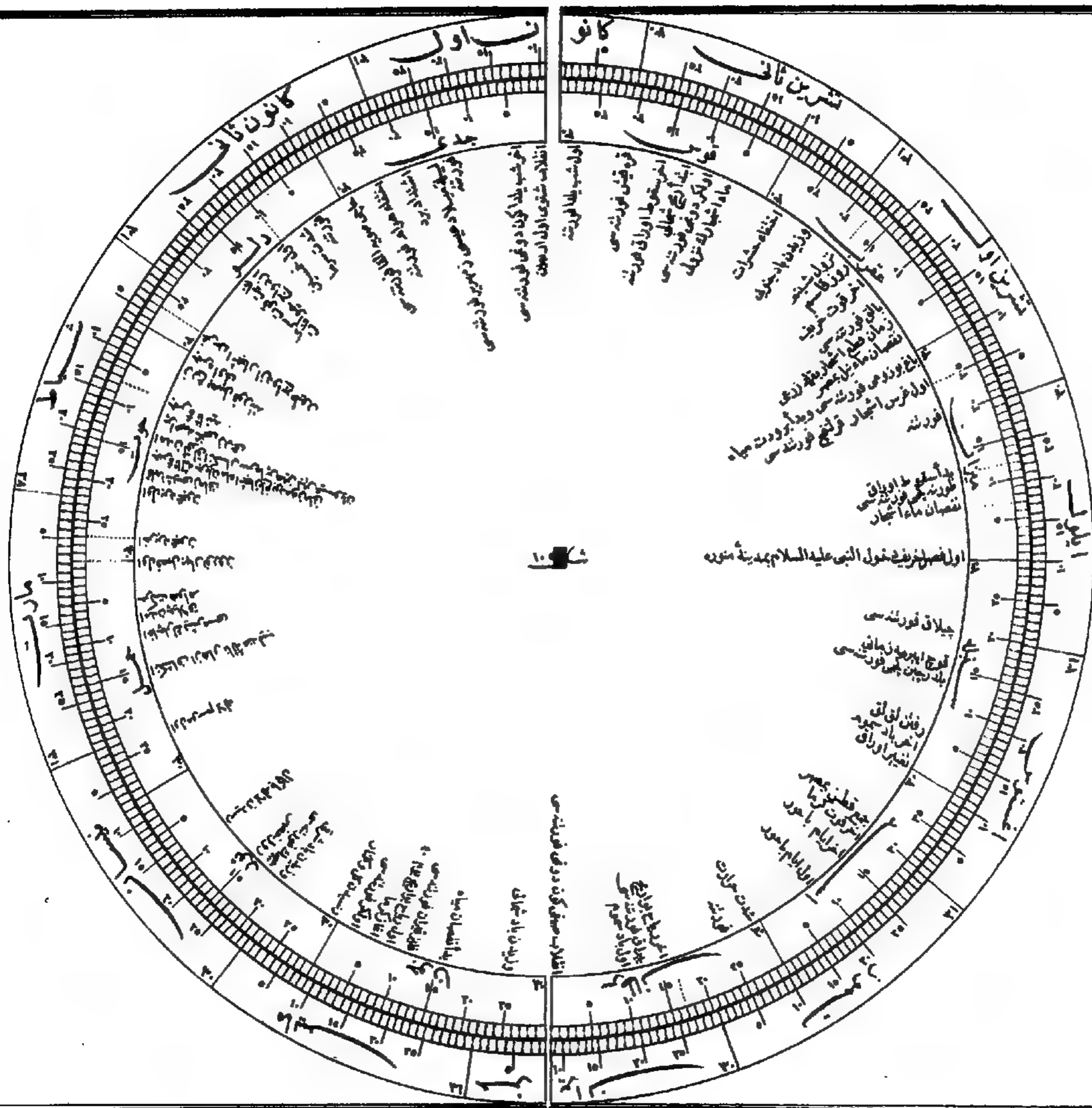
شكلا ١٠



شكلا ١١



(١) كانون ثاني
(٢) شباط
(٣) آذار
(٤) نيسان
(٥) أيار
(٦) حزيران
(٧) تموز
(٨) آب
(٩) أيلول
(١٠) تشرين أول
(١١) تشرين ثاني
(١٢) كانون أول
(١٣) كانون ثاني
(١٤) شباط
(١٥) آذار
(١٦) نيسان
(١٧) أيار
(١٨) حزيران
(١٩) تموز
(٢٠) آب
(٢١) أيلول
(٢٢) تشرين أول
(٢٣) تشرين ثاني
(٢٤) كانون أول
(٢٥) كانون ثاني
(٢٦) شباط
(٢٧) آذار
(٢٨) نيسان
(٢٩) أيار
(٣٠) حزيران
(٣١) تموز
(٣٢) آب
(٣٣) أيلول
(٣٤) تشرين أول
(٣٥) تشرين ثاني
(٣٦) كانون أول
(٣٧) كانون ثاني
(٣٨) شباط
(٣٩) آذار
(٤٠) نيسان
(٤١) أيار
(٤٢) حزيران
(٤٣) تموز
(٤٤) آب
(٤٥) أيلول
(٤٦) تشرين أول
(٤٧) تشرين ثاني
(٤٨) كانون أول
(٤٩) كانون ثاني
(٥٠) شباط
(٥١) آذار
(٥٢) نيسان
(٥٣) أيار
(٥٤) حزيران
(٥٥) تموز
(٥٦) آب
(٥٧) أيلول
(٥٨) تشرين أول
(٥٩) تشرين ثاني
(٦٠) كانون أول
(٦١) كانون ثاني
(٦٢) شباط
(٦٣) آذار
(٦٤) نيسان
(٦٥) أيار
(٦٦) حزيران
(٦٧) تموز
(٦٨) آب
(٦٩) أيلول
(٧٠) تشرين أول
(٧١) تشرين ثاني
(٧٢) كانون أول
(٧٣) كانون ثاني
(٧٤) شباط
(٧٥) آذار
(٧٦) نيسان
(٧٧) أيار
(٧٨) حزيران
(٧٩) تموز
(٨٠) آب
(٨١) أيلول
(٨٢) تشرين أول
(٨٣) تشرين ثاني
(٨٤) كانون أول
(٨٥) كانون ثاني
(٨٦) شباط
(٨٧) آذار
(٨٨) نيسان
(٨٩) أيار
(٩٠) حزيران
(٩١) تموز
(٩٢) آب
(٩٣) أيلول
(٩٤) تشرين أول
(٩٥) تشرين ثاني
(٩٦) كانون أول
(٩٧) كانون ثاني
(٩٨) شباط
(٩٩) آذار
(١٠٠) نيسان



فهرسة كتاب
رياض المختار

(فهرسة كتاب رياض المختار)

صفحة	مادة
٢	خطبة المترجم
٦	خطبة المؤلف
	(الباب الاول في فن رسم البسيطة)
١٢	١ مقدمة الباب
١٢	٢ حركة الشمس الحقيقية والتأهريه
١٣	٣ محور العالم
١٣	٤ حركة الشمس الانتقالية والسطح الحاصلة فيه هذه الحركة
١٤	٥ حركة الشمس بالنسبة الى الميل
١٤	٦ كيفية تغير ميل الشمس ما بين خط الاستواء والانقلابين
١٥	٧ المسالك الاول في بيان الدوائر السويعة
١٥	٨ المسالك الثاني في بيان مرقم أية نقطة من سطح الارض وبيان سطحها السويحي
١٦	٩ ملحوظات
١٧	١٠ حساب الاختلاف الاعظم
١٧	١١ كيفية عمل البساط
١٧	١٢ فيما يحتاج اليه لرسم البساط على أسطح مستوية أو منحنية
١٨	١٣ ملحوظات
١٩	١٤ رسم نصف نهار البسيطة الافقية
٢٠	١٥ ملحوظات
٢١	١٦ تعميم انكسار الضوء
٢١	١٧ تعيين نصف النهار بواسطة الدوائر المساعدة
٢١	١٨ رسم نصف النهار بواسطة ثلاث ظلال مختلفة الطول
٢٢	١٩ كيفية اجراء العمل
٢٣	٢٠ اجراء العمل المذكور بالتدوير

(ب)

صفحة	مادة
٢٤	٢١ فيما يمنع إجراء العمل وكيفية إزالته
٢٥	٢٢ مقدار الكرة بالنسبة لارتفاع الشخص
٢٦	٢٣ اتخاذ المنشور شاخما
٢٧	٢٤ استعمال اللوحة المثقوبة
٢٧	٢٥ ملحوظات
٢٨	٢٦ تعيين نصف النهار بواسطة النجم القطبي
٢٨	ملحوظات
٢٨	٢٧ كيفية تعيين وقت مرور النجم القطبي من سطح نصف النهار
٢٩	٢٨ كيفية تعيين نصف النهار بالبوصلة
٣٠	٢٩ تعيين العرض الجغرافي بواسطة الظل
	(القسم الأول في البسيطة الزوالية)
٣٢	٣٠ رسم البساط على سطوح مستوية
	(الفصل الأول)
٣٢	٣١ في بيان البسيطة الاستوائية
٣٣	٣٢ مزايا البساط الاستوائية
٣٣	٣٣ إنشاء البسيطة الأفقية بواسطة ظل شاخص رأسي غير ثابت
٣٥	٣٤ بيان نقط المرقم التي ظلها تدور على محيط دائرة البسيطة الاستوائية
٣٧	٣٥ ملحوظات
٣٧	٣٦ كيفية وضع الشاخص العمودي وكيفية استعماله
٣٨	٣٧ (الطريقة الثانية) في كيفية رسم البسيطة الأفقية بطريق الحساب
٣٨	٣٨ تعيين المرتبات ع
٤٠	٣٩ تعيين الفضلات م
٤١	٤٠ تعيين الأبعاد من المركز على المحور الأصغر للنقط المتعلقة بأيام مختلفة
٤٣	٤١ الأبعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة الأفقية في الاستانة العلبة
٤٥	٤٢ إنشاء البسيطة الأفقية الناسة في محل أو غير الثابتة فيه بواسطة مرقم ثابت أو شاخص عمودي أو لوحة مثقوبة ثابتين

صفحة	مادة
٤٧	٤٣ اجراء الرسم المذكور بطريقة اخرى
٤٧	٤٤ كيفية الرسم على سطح محدود بدون خروج عنه
٤٨	٤٥ النظرية الاولى
٥٠	٤٦ » الثانية
٥١	٤٧ » الثالثة
٥٢	٤٨ رسم البسيطة الافقية بواسطة الحساب
٥٢	٤٩ كيفية حساب ابعاد معدل النهار وزوايا الساعات
	(الفصل الاول)
٥٥	٥٠ في البسائط العمودية
٥٦	٥١ بيان بسيطة السطح الرأسى الاول
٥٦	٥٢ كيفية رسم بسيطة السطح الاول الرأسى
٥٧	٥٣ كيفية بيان الساعات القريسة من طلوع الشمس وغروبها
٦٠	٥٤ رسم البسيطة المذكورة بواسطة الحساب
٦١	٥٥ كيفية رسم بسيطة السطح الثانى الرأسى
٦٢	٥٦ رسم نصف نهار البسيطة المذكورة
٦٣	٥٧ بيان السطح الثالث الرأسى
٦٣	٥٨ الطريقة الاولى لرسم البسيطة المنحرفة
٦٦	٥٩ الطريقة الثانية لرسم البسيطة المنحرفة
٦٨	٦٠ تعيين المخراف السطح
٦٩	٦١ كيفية وضع المرقم المثلث
٧٠	٦٢ بيان اربعية اللوحة المنقوبة على المرقم المثلث
٧٠	٦٣ الامور الخمسة التى تلزم رعايتها عند وضع اللوحة المنقوبة
٧١	٦٤ كيفية الرسم العملى للمنحرفة
٧٤	٦٥ كيفية الرسم
٧٥	٦٦ معرفة طول وعرض النقطة التى تعبر فيها المنحرفة بسيطة افقية
٧٥	٦٧ تعيين المخراف السطح

صفحة	مادة
٧٥	بيان خط الطلوع والغروب
٧٦	رسم البسيطة العمودية المنحرفة بطريق الحساب
	(الفصل الثالث)
٧٩	في بيان رسم البسائط على أسطح مستوية مائلة على الافق
٧٩	رسم نصف نهار البسيطة بواسطة موقع الخط الرأسى ونقطة الزوال
٨٠	امكان فرض سطح البسيطة المذكورة افقا
٨٠	كيفية الرسم
٨٢	بيان خط الطلوع والغروب
٨٢	القواعد العمومية لرسم البسيطة على أى سطح كان
	(الفصل الرابع)
٨٤	في بيان رسم المنحنيات الظلية التى تتكون على سطح البسيطة حينما تكون الشمس فى رؤس البروج
٨٧	القاعدة الاولى لرسم المنحنيات المظلة
٨٩	ملحوظات على القاعدة الاولى هذه
٩٠	القاعدة الثانية لرسم المنحنيات المظلة
٩٢	قاعدة مستنبطة من الطريقة الثانية
٩٣	تعيين وقتى الطلوع والغروب
	(الفصل الخامس)
٩٣	في بيان بسيطة اليد
٩٩	بيان نقط تقاسيم الاشهر
١٠٠	صورة الخط الشاقول
١٠١	رسم بسيطة زوالية يديّة لعرض الاستانة العليا وبيان بعض مواد اخرى
١٠١	رسم خطوط الساعات
١٠٣	بيان تقسيمات الشهور
١٠٤	بيان سمت القبلة
١٠٤	تعيين وقت العصر

صفحة	مادة	
١٠٦	٩٠	تعيين سمت القبلة
١٠٨	٩١	(مسئلة) كم درجة يلزم أن يكون ارتفاع الشمس في أى يوم من أيام السنة ليبدل ظل جسم رأسى على اتجاه القبلة بالتقام
١١٠	٩٢	كيفية استعمال بسيطة اليد
١١٤	٩٣	رسم نصف نهار الشمس الومطى على سطح البسيطة الزوالية (القسم الثانى فى البسائط الغروية) (الفصل الاول فى بيان الساعات والازمنة)
١١٧	٩٤	الساعات النجمية والساعات الشمسية
١١٩	٩٥	فى نوعى الساعة الشمسية
١٢٢	٩٦	بيان الساعة الزوالية والغروية
١٢٩	٩٧	الكرونومترات
١٢٩	٩٨	لاحقة
		(الفصل الثانى)
١٣١	٩٩	فى قواعد تمهيدية لبيان الاسطح السويعية التى لابد فى رسم البسيطة الغروية من تصويرها فى الفراغ
١٣٣	١٠٠	كيفية استعمال الشاخص المحدث للظل
١٣٤	١٠١	بعض ملحوظات تتعلق برسم البسائط الغروية
١٣٤	١٠٢	كيفية رسم خطوط الساعات الغروية
١٣٥	١٠٣	كيفية تعيين آثار الاشعة على سطح البسيطة
١٣٦	١٠٤	بيان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية التى تتولد منها البسيطة الزوالية المساعدة لرسم خطوط الساعات الغروية
١٣٧	١٠٥	طريقة هندسية لتعيين قوس أطول نهار وأقصر نهار
١٣٧	١٠٦	خلاصة ماتقدم من العمليات
		(الفصل الثالث)
١٣٨	١٠٧	فى بيان البسيطة الافقية
		(الفصل الرابع)

صفحة	مادة
١٤٣	١٠٨ في البسائط العمودية
١٤٤	١٠٩ رسم البسيطة على السطح الرأسى الاول
١٤٧	١١٠ رسم البسيطة على السطح الرأسى الثانى
١٤٧	١١١ كيفية رسم البسيطة على الوجه الشرقى
١٥١	١١٢ كيفية رسم البسيطة على الوجه الغربى
١٥١	١١٣ كيفية رسم بسيطة السطح الرأسى الثالث أى المتصرفه الغروية
	(الفصل الخامس)
١٥٤	١١٤ في رسم البسيطة على سطح مستوفى أى وضع كان
١٥٥	١١٥ رسم البسيطة على أسطح مستديرة
١٥٥	١١٦ رسم البسيطة على السطح الداخلى لقطعة كروية
١٥٧	١١٧ رسم البسيطة داخل سطح نصف اسطوانة
١٦١	١١٨ نقل البسيطة من الرسم الى داخل سطح الاسطوانة
	(الفصل السادس)
١٦٢	١١٩ في بيان بسيطة اليد
١٦٢	١٢٠ رسم مساقط الدوائر اليومية أى المنحنيات المظلمة وخط الزوال
١٦٥	١٢١ رسم خطوط الساعات
١٧٢	١٢٢ كيفية تعيين البروج والشهور
١٧٢	١٢٣ رسم خطوط العصر وصلاة العبد وسمت القبلة
١٧٢	١٢٤ كيفية استعمال هذه البسيطة
١٧٣	١٢٥ كيفية تعيين الاوقات بدون استعمال ساعة ولا بسيطة طالما تكون الشمس مرتبة بعد الزوال
	(الباب الثانى في بيان بعض آثار عبقة وتطبيقها على العلوم الحاضرة)
	(القسم الاول في تسطيح الكرة)
	(الفصل الاول)
١٧٥	١٢٦ في بيان الاسطرلاب
١٧٧	١٢٧ العمليات التى يمكن ابرأؤها بالاسطرلاب

صفحة	مادة
١٧٧	١٢٨ اجزاء الاسطرلاب
١٧٩	١٢٩ الرسوم التي على المجرة
١٧٩	١٣٠ بيان الرسوم التي على منافع المقنطرات
١٨١	١٣١ الصفحة الافاقية
١٨١	١٣٢ الصفحة الموضعية
١٨١	١٣٣ الرسوم التي على العنكبوتة أو الشبكة
١٨٢	١٣٤ الرسوم التي على ظهر الاسطرلاب
١٨٣	١٣٥ كيفية رسم الواح المقنطرات
١٩١	١٣٦ رسم الصفحة الافاقية
١٩٢	١٣٧ رسم الصفحة الموضعية
١٩٤	١٣٨ كيفية رسم العنكبوتة
٢٠٠	١٣٩ رسم خطوط مغيب الشفق والفجر على الواح المقنطرات
٢٠٤	١٤٠ كيفية رسم خطوط العصر وآخر العصر والظهر
٢٠٥	١٤١ في اعداد الظل وقامة الظل
٢٠٩	١٤٢ في العصر الافاقى وكيفية رسمه
٢١١	١٤٣ في ميل الشمس
٢١٢	١٤٤ كيفية رسم الساعات الزمانية الافاقية
٢١٣	١٤٥ بيان ربع الجيب الذي على ظهر الاسطرلاب
٢١٣	١٤٦ بيان الاسطرلابين المرسومين في اشكالنا
٢٢٠	١٤٧ بيان بعض ايضاحات اجمالية تتعلق بكيفية استعمال الاسطرلاب وحل بعض المسائل
٢٣٣	١٤٨ كلام على بعض الاسطرلابات
٢٣٦	١٤٩ أسماء الكتب والرسائل التي ألقت في الاسطرلاب
٢٣٨	١٥٠ نبذة تاريخية في الاسطرلاب وشرح لفظه
٢٣٩	١٥١ الفصل الثاني في بيان ربع المقنطرات
٢٤١	١٥٢ بعض ايضاحات مختصة بكيفية استعمال ربع المقنطرات

(القسم الثاني في جيوب الزوايا وحل المسائل)

٢٤٣	١٥٣	الفصل الاول في بيان ربع الجيب
٢٤٤	١٥٤	الفصل الثاني في كيفية رسم ربع الدستور وبيان أسماء خطوطه
٢٤٥	١٥٥	كيفية ايجاد جيب زاوية مفروضة وتمام جيبها وبالعكس
٢٤٨	١٥٦	كيفية ايجاد مماس زاوية مفروضة وتمام مماسها وبالعكس
٢٥٠	١٥٧	في معرفة السهم لقوس أو القوس لسهم
		(الفصل الثالث في كيفية اجراء العمليات الحسابية الاربع
		على جيوب الزوايا وترفعها وتجنيزها)
٢٥١	١٥٨	في جمع وطرح الجيوب وتمامها والمماسات وتمامها والاسهم
٢٥١	١٥٩	كيفية استعمال ربع الدستور لضرب جيب في جيب آخر واستخراج
		الزاوية المقابلة لحاصل الضرب
٢٥٥	١٦٠	كيفية ضرب تمام الجيوب بعضها في بعض
٢٥٥	١٦١	في ضرب المماسات بعضها في بعض وكيفية استخراج زاوية الحاصل
٢٥٨	١٦٢	ضرب تمام المماس في مثله
٢٥٩	١٦٣	كيفية قسمة الجيب وتمام الجيب والمماس وتمام المماس
٢٦٨	١٦٤	رفع الجيب الى قوة ما
٢٦٩	١٦٥	في تجنيز الجيب
٢٧٠	١٦٦	ترقية تمام الجيب وتجنيزه
٢٧٠	١٦٧	ترقية المماس وتمام المماس وتجنيزهما
٢٧١	١٦٨	الفصل الرابع في تطبيقات على ما تقدم
٢٧١	١٦٩	المقدمة والبحث الاول والثاني
٢٧١	١٧٠	تعيين ميل الشمس الاول وغاية ارتفاعها
٢٧٤	١٧١	استخراج ميل الشمس الثاني
٢٧٦	١٧٢	استخراج ابعاد الكواكب
٢٨٠	١٧٣	تعيين عرض البلد

صفحة	مادة
٢٨٠	١٧٤ تعيين الاصل المطلق
٢٨٢	١٧٥ استخراج بعد القطر
٢٨٥	١٧٦ تعيين الاصل المعدل
٢٨٩	١٧٧ تعيين نصف الفضلة ومدة الليل والنهار ووقت الطلوع والزوال
٢٩٢	١٧٨ استخراج الدائر وفضل الدائر
٢٩٧	١٧٩ استخراج ارتفاع الشمس من فضل الدائر
٣٠٠	١٨٠ في العصر ووقته
٣٠٢	١٨١ بيان الشفق والفجر والامساك
٣٠٣	١٨٢ كيفية استخراج أوقات الشفق والفجر والامساك
٣٠٦	١٨٣ استخراج سعة الشمس
٣٠٧	١٨٤ استخراج ارتفاع الشمس الذي سمته صفر
٣٠٩	١٨٥ تعيين سمت الارتفاع
٣١٣	١٨٦ تعيين سموت البلدان وبالنصوص سمت القبلة
٣١٦	١٨٧ تعيين الجهات ونصب القبلة
٣١٦	١٨٨ استخراج المطالع الفلكية للشمس
٣١٩	١٨٩ استخراج المطالع البلدية
٣٢١	١٩٠ استخراج مطالع الكواكب
٣٢٢	كلام المترجم على نظرية مذكورة في هذا الكتاب
٣٢٢	١٩١ في العمليات على الكواكب
	(خاتمة الكتاب)
	في التقويم القمري والشمسي
٣٢٨	١٩٢ في الايام ومبادئها (ملخصا من كتاب أبي الحسن المراكشي)
٣٢٩	١٩٣ في التاريخ العربي أي السنة الهجرية القمرية
٣٢٩	١٩٤ السنين العربية الكبيسة
٣٣٠	١٩٥ كيفية معرفة غرر السنين والشمور العربية
٣٣٤	١٩٦ تقويم الرومانيين

(٥)

صفحة	مادة
٣٣٨	١٩٧ السنة المالية العمليّة
٣٤٣	١٩٨ كيفية معرفة عدد أيام الشهور الرومية والكيّسة من منيها والبسيطة
٣٤٤	١٩٩ في بعض توقّعات مجرية
٣٤٤	٢٠٠ التغير السنوي ليل الشمس الاظم
٣٤٨	الجدول للذكورة في متن الكتاب

• (تمت) •

—————

كتاب
رياض المختار
مرآة الميقات والادوار

تأليف

البحر الزخار ومشيد دعائم المآثر والاسمار
ومجند معالم العلوم في هذه الاعصار صاحب الدولة

الغازي أحمد باشا مختار

ترجمته

ترجمته
من التركية الى العربية
شفيق بك منصور
(بكن)

(الطبعة الاولى)
بالطبعة الكبرى الاميرية بيولاقي مصر المحمية
سنة ١٣٠٦
هجريه



(خطبة المترجم)

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

الحمد لله الذي جعل الليل والنهار خلفه لمن أراد أن يذكر وأبدع السموات والأرض على غير مثال مقدّر والصلاة والسلام على سيدنا محمد محور عالم الكمال ومطلع الوفاء والجلال وعلى آله الذين اجتازوا قناطر الاخطار بعزائمهم وشق الشراك جيوه بصوارمهم وعلى جميع الانبياء والمرسلين ماتعاقبت الايام والسنين أما بعد فان للعلوم كما للاجساد صفة واعتلا ولا وقوة وضعفا وشيية وهزما وعافية وسقما وقد كان لعلم الفلك في الديار المشرقية الشأن الباهر والسلطان النافذ والمكانة المكيئة والدرجة الرفيعة أيام كانت الديار الاوروبايه خلوا من المعارف صفرا من العلوم وكم وضع علماء الاسلام فيه التأليف العديدة والتصانيف المفيدة واخترعوا الآلات الدقيقة واستخرجوا الاعمال الغريبة ورصدوا السيارات والثوابت ورسموا المنحرفات والبساط وقاسوا العروض والاطوال وحرروا النتائج والاعمال ولم يدعوا صغيرة ولا كبيرة عما تدعو اليه الحاجة من هذا العلم الا مارسوها وضبطوها ونشروها في الدروس أو أودعوها صدور الكتب وبطون الرسائل ثم خلف من بعدهم خلف أضاعوا الهدى واتبعوا الهوى وآثروا الراحة ولازموا الخمول فكسدت لديهم تجارة العلوم وخسرت صفقة الفنون فلاجرم استحالته قوة هذا العلم ضعفا وارتفاعه انحطاطا وتبدل استعماله اضمحلا وكاله نقصانا ولم يبق منه الا رسوم دارسة وقف عندها الخالفون واطلال باليتشيب بها المترجمون

كان لم يكن بين الخجون الى منى * أنيس ولم يسمر عكة سامر

وفي تلك الاثناء هب الغريون من صكرى الخول ونفضوا نعاس الدعة من أعينهم
فتناولوا هذا العلم الشريف في جملة ما تناولوه من العلوم واشتغلوا به صباح مساء
حتى أوصلوه الى مقامه المعلوم واستنبطوا منه فوائد يعز الوصول اليها واخترعوا آلات
يعول في أعماله العجيبة عليها وانتهجوا طرقا قريبة التناول ساعدتهم على سلوكها
تقدم العلوم الرياضية والطبيعية ونحن نتظر اليهم من طرف خفي ولا نخذو حذوهم
في هذا المضمار

وما زالوا ينشطون ونفتر وينجدون وتنقر ويقتربون ونبعد ويسبرون ونفقد حتى
كادت تنمحق لدينا الآثار الفلكية وينحى اسمها في هاته الديار بالكلية مع انها
ألبق بالاستغلال بمثل هذه الاعمال وأوفق للأرصاد من غيرها من البلاد ولكن
للأشياء أوقات ولربنا في أيام دهرنا نفاسات

والدهر لا يبق على حالة * لابد ما يقبل أو يدبر

فقد انتهت اليوم أفكار العلماء من المشرقين لاعادة ماثر أسلافهم ووقفوا لآحياء
آثار قومهم فطفقوا يجولون بأفكارهم في ميادين العلوم ويحومون بعقولهم على
مواردها ويجهدون النفوس في تحصيل نفائسها ويرزحون الارواح بنفسياتها
ويوضعون معالمها الطامسة ويعمرون أربها الدارسة فما أجدر هذا العصر أن يسمى
عصر بعثة العلوم وأحياء رفاتها

ومما يعد مآثرة في هذا الشأن وحسنة من حسنات الايام وغرة في جبين العصر
كتاب (رياض المختار) مرآة الميقات والادوار) تأليف صاحب السيف والقلم وناشر
العلم والعلم زينة المحافل والمخافل ورب الفضائل والقواضل من شهدت بعلو قدره
الكتب والكاتب واعترفت بحجة أفكاره وأسننه الثواقب نخر أساطين الحكمة
والكياسة وامام مشاهير العلم والسياسة الوزير الخطير صاحب الدولة (الغازي أحمد
مختار باشا) فانه جمع فيه من الفوائد الفلكية أسناها وأسمها ومن الفرائد
الرياضية أعلاها وأغلاها وقد قسمه الى بابين ضمن الاول الكلام على البساط
الزوالية والغروية والثاني الكلام على الاضطراب والرابع المقنطر والمجيب والبساط
سطوح مستوية أو غير مستوية مثبت بها شخص قاعة أو غير قاعة ومرسوم عليها
خطوط تقع عليها بالتدريج ظلال الشخص فتعلم الاوقات والزوالية منها ما تؤدى
عمل ساعة افرنكية والغروية ما تؤدى عمل ساعة عربية وتتماز البساط عن الساعات

بأنها متى وضعت وضعا صحيحا لا يلحقها خلل من تقديم وتأخير ونحوهما وأما
الاصطراب والربع المقنطر والمجيب فهي آلات لطيفة اشتغل بها علماء الاسلام حينما
من الدهر وأمكنهم بواسطتها معرفة الاوقات وتعيين الجهات الاربع ومحت القبلة في
أى بلد وارتفاع الكواكب وتوسطها واستقراج عروض البلاد وقياس علو الاشياء
وسعة الانهر وغير ذلك من الفوائد التى يحتاج الانسان اليها ولا بد له من الحصول
عليها

ولم يترك شيئا مما يتعلق بهذه الآلات الا بين أساسه وأوضح أصله وطبقه على قواعد
هندسية أو جبرية أو جغرافية أو كسوغرافية بحيث يستفيد المطلاع منه زيادة عن
المطالب المقصودة منه بالذات فوائد شتى من علوم متعددة وأمثلة واقعية تطهر بها
ثمرات الفنون الرياضية

ومن حسن طالع البلاد المصرية ان صادف انتهاء تأليفه قرب قدوم مؤلفه عليها فكان
لها الحظ الاعلى لسطوع نوره من أفقها وطبعه بمطبعها الكبرى

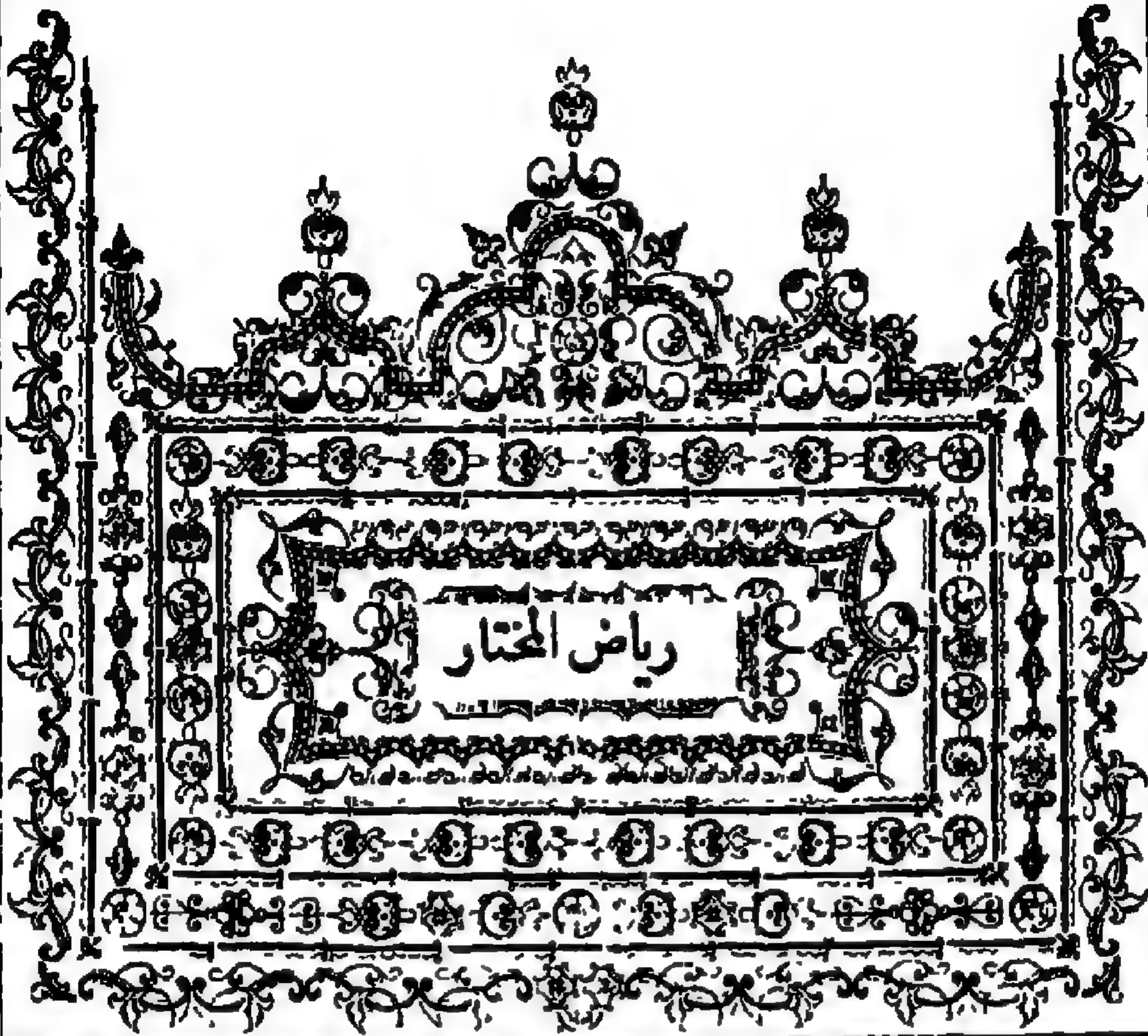
ولما كان الكثير من أبناء اللغة العربية يتشوقون الى ورود منهله العذب واقتطاف
جناه الدانى ولا يجدون الى ذلك سبيلا لكونه تركى العبارة أشار على حضرة المؤلف
وأشارته حكم بتعريبه تميمًا للمنفعة وقيامًا بواجب حق اللغة العربية وغيرة على
بنها أن يحرموا من مثل هذه الثمرات وليتسنى تناولها لعموم رعايا دولتنا العلية أيد الله
شوكتها وخلد صولتها بدوام عروتها الوثنى أمير المؤمنين ونفر الملوكة والسلاطين
مولانا السلطان ابن السلطان السلطان الغازى عبد الحميد خان أمته الله بنصره وعطو
الخافقين بشذى ذكره وأدام خلدويننا المفعم توفيقنا الاول مطلعنا للمآثر وموردا
للمفاخر وعصدا لتقوية المعارف والعلوم واذاغة نشرها بين الموم

وكل من مارس الترجمة وكابد التعريب يوسع لى عذرا اذا رآنى قدمت فى بعض
الاحيان كلمة على أخرى أو أسقطت لفظا أو زدت آخر جريا على ما تقتضيه هذه الصناعة
فان اصطلاحات اللسان تختلف وأذواق اللغات قد لا تتألف واذا كنت نسبت
أو أخطأت أو قصرت أو قصرت فن ذا الذى سلم من الهفوات على أن الحسنات
يذهب السيئات والله المسئول أن يعين على اتمام ما قصدناه فلا معتمد غيره ولا معين سواه

(شفيق منصور)

كتاب
رياض المختار
مرآة الميقات والادوار

مختار المختار



(خطبة المؤلف)

(بسم الله الرحمن الرحيم)

الحمد لله الذي أنعم على عباده بمعرفة دقائق بسائط العالمين وهو الذي جعل الليل والنهار والشمس والقمر كل في فلك يسبحون مدى الدهور والسنين والصلاة والسلام على سيدنا ونبينا محمد خاتم النبيين وعلى آله الطاهرين الطيبين وأصحابه أجمعين أما بعد فقد قال تبارك وتعالى إن الصلاة كانت على المؤمنين كتابا موقوتا وقال هو الذي جعل الشمس ضياء والقمر نورا وقدره منازل لتعلموا عدد السنين والحساب فإظهار سبحانه لعباده بهاتين الآيتين الشريفتين أن للصلاة أوقانا معينة كتب على المؤمنين أدائها فيها وأن ما يحتاج إليه الإنسان في أحواله الدينية والدنيوية من معرفة الاوقات وتعداد السنين يكفي في حصوله مراقبة الشمس والقمر ومع كون مجرد ذلك كافيا في قياس الزمان نجد إذا بحثنا في تاريخ القدماء أن الصينيين كانوا على عهد سنة (١١٠٠) قبل الميلاد يستعملون (القومون) مقياسا لاوقات النهار بمعنى أنهم كانوا يعينون الاوقات النهارية بمواقع ظل جسم قائم ينتقل ظله في نقاط مختلفة حسب تحرك الشمس

وهم أول من استعملوا هذه الطريقة ثم استعملها من بعدهم المصريون والكلدانيون واليونان والرومان ولكنهم رأوا ان بها قصورا لعدم افادتها الاوقات الليلية فلذلك اخترعت (الرمليّة) لثمانية قرون قبل الميلاد ثم (المائية) لستة قرون قبله أيضا وكلاهما وعاء منقوب ينزل منه الرمل أو الماء بقدر معلوم

وإذا بحثنا عن الوحدة التي كانوا يعتبرون بها الزمن في تلك الأعصر فحسبنا بالنسبة للطريقة الأولى كتاب (جامع المبادئ والغايات في علم الميقات) المؤلف عام ٦٢٧ هجري الموافق عام ١٢٣٠ ميلادي فقد تكلم مؤلفه (أبو الحسن علي المراكشي) على بسائط الساعات الزمانية (١) بجميع أنواعها ودرم جميع صورها وكذا صورتين أو ثلاثا من بسائط الساعات المستوية الزوالية المستعملة لهذا العهد وقال ان هذا النوع من البسائط غير مستعمل ولم يتعرض لذكر بسائط الساعات المستوية الفروبية مطلقا فيظهر من ذلك ان البسائط التي كانت مستعملة اذذاك جارية كلها على حساب الساعات الزمانية وفي ذلك دلالة على ان الساعة الزمانية هي التي كانت معتبرة وحدة للقياس على أنهم كانوا معترفين بضرورة معرفة الساعات المستوية ولذلك كانوا يستنبطونها من حساب الساعات الزمانية الا انه لم يعلم بالتحرير ان كان مختصا عدم استعمال بسائط الساعات الزوالية في تلك المدة على ما قاله أبو الحسن بالبلاد الاسلامية ام كان شاملا للبلاد الاروپاوية أيضا وهو بحث لازم فليحضر

وأما بالنسبة للطريقة الثانية أي طريقة الرملية والمائية فالمعلوم ان الكلدانيين كانوا يعتبرون مدة ما بين طلوع كوكب ما من الافق وطلوعه مرة ثانية ويقارنون بها أدوار انتهاء الرمل أو الماء اثنى عشرة مرة متوالية بحيث كان كل دور يطابق ظهور برج من القبة السماوية فيعلم من مقارنتهم كل دور ببرج ان الغرض كان الوصول لمعرفة الساعات المستوية ولكن لا يخفى ما في ذلك من عدم الضبط والتدقيق

والحاصل أن القدماء اتخذوا الساعة الزمانية وحدة لقياس الزمن وتوصلوا لاستعمال الطرق المؤدية الى ذلك واعترفوا بلزوم معرفة الساعات المستوية ولم يتوصلوا لاتخاذ

(١) الساعة الرملية هي جزء من اثنى عشر جزءا من المدة التي بين طلوع الشمس وبين غروبها أو بين غروبها وطلوعها فكل من الليل والنهار يقسم على النواام ١٢ ساعة رملية فهي متساوية العدد مختلفة المقادير ولذلك تسمى أيضا بالساعات ميرالمستوية بخلاف الساعة المستوية فانها جزء من أربعة وعشرين جزءا من مجموع الليل والنهار فهي متساوية المقادير مختلفة العدد

آلات توصل اليها من أول الامر فأخذوا يحسنون الرملية والمائية شيئا فشيئا زما بعد زمن حتى وصلنا في القرن الثامن بعد الميلاد الى غاية عليا في التقدم والتحسن وفي خلال هاته الازمنة كانوا مستغلين باختراع ما كينة لتعيين أوقات الليل والنهار باعتبار الساعات المستوية وعلى بعض الروايات ان الساعات الدفاعة أو ذوات الاثقال المتقابلة هي من اختراع العرب ولا نجزم بصدق هذه الرواية وإن اشتهر أن الخليفة للمامون أهدى الى ملك فرنسا في سنة ٢٠٠ هجرية الموافقة لسنة ٨٢٢ ميلادية ساعة من هذا النوع وإن هذه الصناعة انتقلت من هذا العهد الى بلاد أوروبا

والذي تدل عليه أقوال مؤرخي الاوروبايين ان في مخترع هذه الساعة ثلاثة أقوال أحدها انه باسيفيكوس المتوفى في وه رونا عام ٨٤٦ ميلادية والثاني انه العالم الشهير جربرت المسمى سيلوستر الثاني في البابويه المتوفى عام ١٠٠٣ ميلادية والثالث انه ويل هيلم فون هيرشار المتوفى عام ١٠٩٠ ميلادية

وهذه الآلة الميينة للساعات المستوية وضعت موضع النظر والتحسين واعتنى الناس بأمرها ولاسيما أهل الجبل الرابع عشر الميلادي حتى ان كرلوس الخامس ملك فرنسا استقدم الى مملكته من ألمانيا في عام ١٣٧٠ ميلادية الصانع الماهر هاتري وبق فوضع له في دائرة العدلية ساعة دفاقة لا تختلف عندها عن عدد الساعات المستعملة الآن وما زالت العلماء والصناع يتسابقون الى اتقان الساعات ويتعاقبون على تحسينها ففي سنة ١٦٤١ ميلادية كشف العالم الاوروباي الشهير غاليله أصول دوران آلاتها بالرقاص فأحرز اسم مخترع ساعة الرقاص مع أن العلامة ابن يونس صاحب الارصاد الشهيرة الذي كان مقيما بمصر في سنة ٣٩٣ هجرية الموافقة (١٠٠٣ ميلادية) قد سبقه الى ذلك وإن لم يتيسر له نشره وإذاعته

وفي سنة (١٦٧٥ ميلادية) ادخل (هيكن) في آلاتها الزمبرك الحلزوني وفي أواخر القرن الثامن عشر والنصف الاول من القرن التاسع عشر وضع (برهكه) وغيره في تركيبها التروس المنتظمة بصفة مستحسنة ثم اخترعوا الساعة المعروفة بالكرونومتر وهي غاية في الدقة والضبط ولذلك تستعمل في السياحات البحرية وقد وصلوا أخيرا الى ادارة الساعات بالسيال الكهربائي على وجه تام

ومهما كانت أنواع الساعات وطرق ادارتها فالتصدد منها الوقوف على حساب الزمن بالساعة السنوية التي هي عبارة عن قسم واحد من أربعة وعشرين قسما من اليوم

الكامل الذي هو مجموع الليل والنهار الآن المسلمين من عهد ظهور الساعة يعتبرون المبدأ من غروب الشمس ويدبرون ساعاتهم على ذلك وأكثر الأهم الباقية يعتبرون الزوال مبدأ لهم وعلى ذلك تدار ساعاتهم وتسمى الساعات على الاعتبار الأول غروبية وعلى الاعتبار الثاني تسمى زوالية فأصحاب الساعات الزوالية رأوا أن تكون بسائطهم زوالية كما رأى أرباب الساعات الغروبية أن يجعلوا بسائطهم غروبية وبسبب ما ذكر سقط اعتبار بسائط الساعات الزمائية وترك استعمالها

ومع مسيس الحاجة الى البسائط الغروبية لم تدون فيما نعلم قاعدة نظرية لبيان أصول رسمها كما دوت نظريات لبيان أصول رسم البسائط الزوالية في كثير من المصنوب الا فرنجية بل يؤخذ من قول بعض أرباب هذا الفن أن رسم البسائط الغروبية لم يكن تحت أساسات نظرية وروابط كلية بل ربما يمكن رسمها بتتبع مواقع ظل الشخص مدة حول كامل أو في كل ساعة من بعض أيام معينة

وحيث كان للعبد الضعيف القليل البضاعة الغازي أحمد مختار بن خليل بن ابراهيم الملقب بقطارجي زاده البروسوي شغف من عهد الصبا بهذا الفن واشتغلت بتدريسه مدة في المكتب الحربي الشاهاني بدار السعادة بعد ما تلقت العلوم والفنون في مكتب تجهيزية العسكرية ثم أتممتها في المكتب الحربي الملوكي المتقدم ذكره ثم تشرفت (في سنة ١٢٧٧ هجرية) برتبة الضابط ورافقت الاوردوى السفري الهمايوني زمنا ثم عينت في سنة (١٢٨٠ هجرية) لتدريس علم الهيئة وغيرها بالمكتب الحربي المذكور فلم يسعني السكوت عن البسائط الغروبية فأنقذ في فكري نظرية اساسية لقواعد رسم سائر البسائط الغروبية على أي نوع من السطوح استنبطتها من البسائط الزوالية فرأيت أن أضع في هذا الموضوع كتابا وافيا بالغرض كافلا بإظهاره من القوة الى الفعل والتزمت أن أتكلم على البسائط الزوالية أولا لتكون كالمقدمة للمقصود بالذات من هذا الكتاب

وقد صار الشروع في طبعه سنة (١٢٨٢) ولكن حال دون اتمامه موانع استلزمها مقتضيات أحوالي العسكرية من أسفار متتالية وأعمال متوالية

ثم في زمن استنارة الزمان بطلعة جبين ناشر العدل والامان على كل ساهرو ووسنان صاحب الدولة المشييدة الاركان ملك ماولك العصر والاوران السلطان ابن السلطان ابن السلطان الغازي عبد الحميد خان الثاني ابن السلطان الغازي عبد الحميد خان

ابن السلطان الغازي محمود عدلي خان جعله الله تعالى مخلداً لمقر تدبير الشوكة
والشان دعني شلة رغبته الشاهانية في نشر المعارف لاذكاه المغيرة وتبديد عهد
الشوق بعد أن أكتته الشواغل وأكتته الصروف عشرين عاماً فأرجعت البصر إلى
الكتاب كرة ثانية وهممت بإرازه إلى عالم الوجود

وفي تلك الاثناء أبلغ إلى كثير من المحين تشوقهم إلى أن أضم إليه الكلام على بعض
آلات فلكية عنيفة عن بها قديماً علماء الاسلام وأمكنهم بها الوصول إلى كثير من
الاعمال الفلكية الدقيقة قبل ظهور الآلات الحديثة واستفاضة العلوم الرياضية وهي
الاصطربلاب والرابع المقنطروهي الخصوص الآلة الغريبة الوضع الغريبة النفع
الدالة على ما لا أولئك العلماء من سمو الدرجة وعلو المكانة في الرياضيات ووصولهم فيها
إلى حد تدهش دونه الابصار وتبهر له البصائر أي انهار وهي الربع المجيب
الذي كان يمكن به حل القوائين الجبرية قبل أن يسمع باسم لوغاريتما ومع كل ذلك
جميع ما وصل لايدينا من الكتب في هذا الشأن وان احتوى على بيان كيفية الرسم
والعمل خال من بيان الاصول النظرية والاساسات الاولى التي انبنى عليها ذلك
فلم أر بدا من انالتم ما رغبوه واجابتم إلى ما طلبوه فاستعنت الله في انجاز هذا
العمل وخصصت ما أمكنني انتهازه من القرص الزمانية بعد اجراء موجبات وظيفتي
العسكرية للاشتغال بهذه الآثار حتى يسر لي اكمال ما قصدته من شرحها وتوضيح
أصولها وتعريف الاوقات الشرعية الاسلامية بها كواقيت الصلوات وغيرها على
اختلاف مذاهب الاثثة الاربعة رحمهم الله تعالى وجرى في جميع ذلك على اصطلاحات
قدماء الراصدين من علماء الاسلام وحسابات التقاويم المحررة المتداولة

بفناء بحمد الله كتاباً وافياً بالمقصود كافلاً للمراد ورتبته على باين وخاتمة يشتمل كل باب
على قسمين وكل قسم على فصول وقد كل تأليفه في شهر صفر الخير عام (١٣٠٣)
وسميته (رياض المختار مرآة الميقات والادوار) وجعلته هدية خالصة للخلف راجياً
منهم حسن القبول وخير الذكرى

واني وان شمرت في تأليفه ساعد الجدة وبذلت في تنقيحه وتهذيبه غاية الجهد فاني
معتز بقصر باعى وقلة بضاعتي غير آمن من وقوع الغلط والنقصان والانسان كما
قبل مركب من التسيان فأرجو من اطلع عليه من ذوي الكرم والمروآت وأرباب
المعارف اذا عثروا على هفوة أن يغفروها أو عثرة أن يقيأوها ويصلحوها فن أعان
لا يني بلا معين ولا يخلص حقه من وفي بالحق وبالله التوفيق

كتاب
رياض المختار
مرآت الميقات والادوار

—

رياض المختار مرآة الميقات والادوار

الباب الاول (في فن رسم البسيطة)

(مقدمة الباب)

(١) لما كانت الساعات اجزاء من الايام والايام عبارة عن دورات الشمس كان من الممكن بيان الساعات والدقائق بنفس الطرق المستعملة لبيان دورات الشمس في كل يوم وهذه الطرق نوعان

الاول ان يوضع جسم على سطح بحيث يحدث عليه ظلا متغيرا في كل آن بتغير موضع الشمس ثم يرسم على السطح خطوط دالة على المواضع التي يمر بها الظل فيعلم منها ساعة كل وقت

والثاني ان تؤخذ لوحة صغيرة من معدن في وسطها ثقب مستدير وتوضع امام سطح بحيث يحدث ضوء الشمس المار بهذا الثقب على السطح نقطة مضيئة متغيرة المكان في كل آن مع تغير موضع الشمس ثم يرسم على السطح خطوط دالة على مواضع النقطة المذكورة فتعلم منها في كل وقت الساعات والدقائق فكل سطح يرسم عليه خطوط بالكيفية المشروحة يسمى بسيطة والفن الذي يبحث عن رسم تلك الخطوط يسمى فن البسيطة وهو قسمان فن البسيطة الزوالية وفن البسيطة الغروية وسنينا كل قسم في محله وهذا الفن فرع مهم من كل من علمي الهيئة والهندسة

(في حركة الشمس الحقيقية والتأثيرية)

(٢) حيث ان حركة الشمس هي الاساس لفن البسيطة فينبغي لنا قبل الدخول في موضوعه أن نعهد بذكر بعض قواعد الملكية تختص بها فنقول اذا تأملنا الشمس نشاهد أنها تتحرك حول الارض في كل أربع وعشرين ساعة من الشرق الى الغرب مرة واحدة أي انها ترسم كل يوم على قبة السماء دائرة تسمى بالدائرة اليومية فهذه الحركة وان كانت في الحقيقة ناشئة عن دوران الكرة الارضية على محورها من الغرب

الى الشرق في المدة المذكورة لكننا نعتبرها لاجل سهولة تصور ما ياتي ناشئة عن دوران الشمس حول الارض حسب الحالة الظاهرية المشاهدة والنتيجة لا تختلف

(في محور العالم)

(٣) اذا فرضنا اخراج عمود من مركز الارض على سطح الدائرة اليومية المذكورة آتيا يسمى هذا العمود محور العالم واذا فرضناه ممتدا الى غير نهاية فيلاقى كلا من الكرة الارضية والكرة السماوية في نقطتين فالنقطتان (ب ب') شكل (١) اللتان فوق الافق تسميان بالقطبين الشماليين والنقطتان (ل ل') اللتان تحت القطبين الجنوبيين وكل سطح مستو يمر بهذا المحور يقطع الكرتين السماوية والارضية في دائرتين ولنفرض الاولى (ب ب' ل ل' ح ح') والثانية (ب ب' د د' ح ح') فيمكننا أن نبين في الرسم هاتين الكرتين بالدائرتين المذكورتين

وللمعور على ما هو معلوم عند أرباب هذا الفن حركة صغيرة ذاتية الا أنه يعتبر ثابتا في أكثر العمليات والحسابات التي لا تحتاج الى تدقيق عظيم

(في حركة الشمس الانتقالية والسطح الحاملة فيه هذه الحركة)

(٤) للشمس زيادة عن الحركة اليومية التي ترسمها كل يوم كما ذكرنا حركة أخرى تسمى بالحركة الانتقالية أو السنوية وهي تحدث في سطح مستو مائل على سطح الدائرة اليومية بقدر ثلاث وعشرين درجة وثمان وعشرين دقيقة

لنرسم من مركز العالم (ب) شكل (١) سطح (ب ب' د د') عمودا على محور العالم (ب ب') فيكون هذا السطح من ضمن الدوائر اليومية واذا رسمنا سطح (ه ه') بحيث يصنع معه زاوية مقدارها ٢٨° ٢٣' فيكون هذا السطح هو الذي تحدث فيه الحركة السنوية السابق ذكرها وهو يقطع الكرة السماوية على دائرة عظيمة تسمى بالدائرة الكسوفية أو دائرة البروج وعلى ما ذكرنا الشمس توجد كل يوم على نقطة من نقط دائرة البروج المذكورة وترسم منها دوائرها اليومية التي هي موازية للسطح (ب ب' د د') المسمى بخط الاستواء فيكون محور العالم عموديا على جميع هذه الدوائر ولتعيين الدوائر اليومية يكفي تعيين أبعادها من خط الاستواء بقياس درجات قوس خط نصف النهار الواقع بين كل واحدة منها وبين خط الاستواء المذكور وتسمى هذه الأبعاد ميولا

(في حركة الشمس بالنسبة الى الميل)

(٥) يتبادر مما سبق أن الشمس ترسم كل يوم دائرة تامة عمودية على محور العالم الآن حقيقة الواقع أن هذه الدوائر ليست تامة لأنها لو كانت كذلك للزم بالنظر إلى حركة الشمس الانتقالية على دائرة البروج أن تنتقل فجأة في آخر كل أربعة وعشرين ساعة على اتجاه خط نصف النهار واللازم باطل بالملاحظة وحقيقة الأمر أن الشمس في حركتها اليومية يختلف بعدها في كل آن من خط الاستواء فيستبطن من ذلك أن الدوائر اليومية المذكورة ليست بدوائر تامة كما يتبادر مما سبق بل هي طيات حلزون برعى ولكن حيث أن البعد بين طيتين متواليتين من هذه الطيات وبعبارة أخرى حيث أن اختلاف ميل الشمس في كل أربع وعشرين ساعة هو صغير جدا فيمكن اعتبار الطيات المذكورة دوائر تامة بدون أن يحدث من هذا الفرض خطأ ظاهرا في إنشاء البسائط وبناء على ذلك إذا أخذنا من التقويم ميل الشمس ليوم معلوم ولنفرضه شماليا مثلا ثم فصلنا بقدره قوسا من خط نصف النهار محصورا بين خط الاستواء والقطب الشمالي وليكن قوس (ح م) شكل (١) ورسمنا على نهايته (م) الخط (م ل) موازيا لخط الاستواء يكون (م ل) هو الدائرة التي ترسمها الشمس في اليوم المفروض

(في كيفية تغير ميل الشمس ما بين خط الاستواء والانقلابين)

(٦) في أثناء ما تنحرك الشمس على دائرة البروج (ص هـ) يأتي وقت يوجد فيه على النقطة (ب) في ذلك الوقت تكون دائرة الشمس اليومية نفس خط الاستواء ويكون الميل حينئذ معدوما وبعد هذا الوقت يأخذ الميل الشمالي في التزايد بالتدريج مدة ثلاثة شهور حتى يصير ٢٨° و ٢٣° فصبى الشمس حينئذ في النقطة (هـ) التي تسمى بالانقلاب الصيفي ثم يأخذ الميل المذكور في التناقص يوما فيوما مدة ثلاثة شهور أخرى حتى ترجع الشمس إلى خط الاستواء فيتلاشى الميل ثانيا ويتبدى الميل الجنوبي في التزايد مدة ثلاثة شهور حتى يصير ٢٨° و ٢٣° فتكون الشمس وقتئذ في النقطة (ص) التي تسمى بالانقلاب الشتوي ثم يتناقص الميل مدة ثلاثة شهور حتى يعدم بالكلية وتكون الشمس قد رجعت إلى النقطة (ب) على خط الاستواء فبناء على ذلك تكون الشمس في مدة الاثنى عشر شهرا أي في سنة واحدة قد رسمت دائرة البروج

(المسلك الأول)

(في بيان الدوائر السويعية)

(٧) من المعلوم أن الشمس تقطع كل دائرة يومية في مدة أربع وعشرين ساعة فإذا قسمنا كل دائرة منها الى أربعة وعشرين قسما متساوية وفرضنا سطوحا مارة من نقط التقسيم ومن محور العالم يحدث أربعة وعشرون سطحا تسمى بالسطوح السويعية ويصنع بعضها مع بعض زوايا متساوية مقدار كل واحدة منها خمس عشرة درجة بحيث ان الشمس تنتقل من أى سطح الى السطح الذى يليه في مدة ساعة واحدة وإذا جعلنا أحد هذه السطوح مبدءا للحساب بحيث ان الشمس تمر منه وقت الزوال فيسمى بالسطح الاصلى وينطبق بسطح خط نصف النهار ومن البديهي انه لو جعلت الساعة صفرا وقت المرور المذكور فعند ما يصل مركز الشمس الى السطح الاول تكون الساعة واحدة وعند وصوله الى السطح الثانى يصير عددها اثنين وهكذا الى أن يصل المركز المذكور الى السطح الرابع والعشرين فيكون عددها أربعة وعشرين أى ترجع ثانيا الى الصفر وبناء على ذلك لو قسمت الدوائر اليومية الى ثمانية وأربعين قسما متساوية بدلا من أربعة وعشرين تكون الأقواس التى بين كل سطحين متتاليين متساوية على سبع درجات ونصف درجة وتقطع الشمس كل واحدة منها في مدة نصف ساعة وكذلك لو قسمت الدوائر المذكورة الى ستة وتسعين قسما تقطع الشمس كل قوس محصور بين سطحين منها في ربع ساعة وهذا هو أساس انشاء البسيطة

(المسلك الثانى)

(في بيان مرقم أية نقطة من سطح الارض وبيان سطحها السويعى)

(٨) يعلم من الايضاحات المتقدمة انه لو كان محور العالم جسما مرئيا بحيث يحدث ظلا لا يمكن عند مرور الشمس من أحد السطوح السويعية رؤية هذا الظل على الفصل المشترك بين السطح المذكور وكل سطح قاطع له ولسائر السطوح السويعية الاخرى وكان ذلك يكفى فى الحصول على البسائط ولكن لما كان محور العالم غير مرقم لزم لانشاء البسائط أن نستعمل طريقة مشابهة لذلك بان نضع شاخصا يسمى مرقما فى النقطة المراد عمل البسيطة فيها بحيث يكون موازيا لمحور العالم بمعنى أن أحد طرفيه يكون متجها الى القطب الشمالى والطرف الاخر الى القطب الجنوبى ولذلك يمكن اعتباره نفس محور العالم ثم تقترض سطحا مارا بهذا المرقم أى بالقطين السماويين

ومعordia على دائرة الافق فيقصد السطح المذكور بسطح خط نصف نهار المل المقروض
وبقطع سطح البسيطة على خط يسمى نصف نهارها فعلى ذلك لو أخذنا خط نصف
النهار مبدأ لحساب الاوقات ثم رمنا الفصول المشتركة بين سطح البسيطة وبين
السطوح السويعة المارة بالمرقم الصائفة بتلاقيها زوايا متساوية على خمس عشرة
درجة أو أقل من ذلك كما تقدم فمرور ظل المرقم على كل خط من هذه الخطوط تعلم
الساعات والدقائق ونكون قد أنشأنا البسيطة

(ملحوظات)

(٩) لما تكلمنا على السطوح السويعة في المسلك الاول بينا أن مركز العالم عند
مركز الكرة الارضية ثم لما تكلمنا عليها في المسلك الثاني بينا أنه عند موقع المرقم
على سطح الكرة المذكورة فيبين هذين القولين اختلاف في موضع مركز العالم بقدر
نصف قطر الكرة الارضية بحيث لو وجد مركز الشمس في وقت معلوم على أحد
السطوح السويعة المعينة بالطريقة المذكورة في المسلك الاول فلا يوجد على نظيره
من السطوح المعينة بالطريقة المذكورة في المسلك الثاني الا بعد الوقت المقروض
أوقبله وهذا الاختلاف ما بين الاوقات محصور بين حدين حد أصغر وحد أعظم فالحد
الاصغر هو صفروأما الاكبر فهو عبارة عن كسر زمانى قدره ٠.٦٢ كما سنرى حسابه
في البحث الثاني وليبان حقيقة هذين الحدين نقول ان السطح الاصلى واحد في
المسلكين وهو يتحد بسطح خط نصف النهار بحيث لو فرض أن مركز الشمس على هذا
السطح الاخير فيوجد وقتها على سطحين سويعين من المسلكين المذكورين بدون فرق
أى ان الاختلاف المار الذكر يكون معدوما وقتها وهذا هو الحد الاصغر وحيث ان
سطوح المسلكين تبدى بعد السطح الاصلى بان يختلف بعضها عن بعض ففى وصل
مركز الشمس الى السطح الاول والثاني والثالث وهكذا من السطوح المذكورة يأخذ
الاختلاف في التزايد الى أن يصل المركز الى السطح السادس من سطوح المسلك الاول
الذى يصنع مع سطح نصف النهار زاوية قدرها تسعون درجة فعند ذلك اذا صار امتداد
السطح السادس من سطوح المسلك الثاني فعوضا عن أن يتحد الفصل المشترك بينه
وبين قبة السماء بفصل السطح الاول يعد عنه أى عن مركز الشمس بقدر نصف قطر

الكرة الأرضية وهذا هو الحد الأعظم الذي تختلف بينه وبين الصفر سائر الاوقات
(في حساب الاختلاف الأعظم)

(١٠) من حيث ان الاختلاف الأعظم هو قوس مرسوم على قبة السماء مساو لطول
نصف قطر الأرض فيمكن بسهولة حساب الزمن الذي تقطع فيه الشمس هذا القوس
بأن يقال من المعلوم أن نصف قطر الشمس أكبر من نصف قطر الأرض ١١٠ مرة
تقريباً وان الشمس تقطع على قبة السماء القوس المساوي لقطرها في ١٦'' ٢٠
فتقطع القوس المساوي لنصف قطرها في ٨'' ١٠ أى ٦٨'' ولو قسمنا هذا العدد
على العدد ١١٠ فالتخرج يدل على الزمن اللازم لقطع القوس المساوي لنصف قطر
الأرض وهو $\frac{٦٨}{١١٠} = ٠,٦٢$ من الثانية فيرى من ذلك أن الفرق الأعظم بين الوقتين
المعينين ببسيتين احدهما منشأة من مركز الأرض والاخرى من سطحها هو ٦٢
جزءاً من المائة من الثانية الواحدة وهو فرق لا يكاد يستشعر به حتى بالنسبة للساعات
المستعملة الآن فلا يحدث منه اذن خطأ محسوس في استعمال البسيطة وبناء عليه
يمكن اعتبار ما قلناه في المادة (٨) بالنسبة لعمل البسائط عارياً عن كل محذور

(في كيفية عمل البسائط)

(١١) يلزم أولاً تعيين اتجاه محور العالم على السطح المراد عمل البسيطة عليه بحيث
يحدث على السطح المذكور ظلاً في كل آن ثم نرسم خط نصف نهار البسيطة والخطوط
التي يمر بها في كل ساعة أو نصف ساعة ظل المرقم المنوع عنه وهذه الخطوط هي كما تقدم
عبارة عن الفصول المشتركة بين السطوح السويعية المارة بالمرقم وبين سطح البسيطة
ورسمها يتوقف على معرفة الهندسة الوصفية اذ بواسطة نظريات هذا الفن يمكن
تعيين جميع الفصول المشتركة المذكورة الا أنه من المعلوم ان كيفية تطبيق تلك
النظريات تختلف من حالة الى أخرى فلاجل الحصول على المطلوب نذكر هنا بعض
قواعد متفرقة يسهل العمل بواسطتها

(فيما يحتاج اليه لرسم البسائط على أسطح مستوية أو منحنية)

(١٢) اذا أريد رسم بسيطة على سطح من أى نوع كان فلوضع المرقم بالكيفية المار
ذكرها يلزم أولاً رسم اتجاه خط نصف النهار على ذلك السطح وثانياً وضع المرقم بحيث
يكون موازياً بالضبط لمحور العالم ولاجل ذلك ينبغي معرفة عرض البلد أما نصف النهار
فيوجد على السطح الافقي ويمر بموقع المرقم بحيث يكون اتجاهه على قطبي الشمال

والجنوب وقد يوجد على السطح الرأسى ويمر بموقع المرقم أيضا بحيث يكون عموديا على السطح الأفقى ولبیان ذلك نفرض الكرة الأرضية في (م) (شكل ٢) و (١٢ ح ١ ح ٢ ح) خط تقاطع نصف نهار الحمل بقبة السماء بحيث ان مرقم كل بسيطة مصنوعة على السطح الأفقى في النقطة (م) يتجه على استقامة القطبين (١٢ ح ١ ح) فإذا رسمنا المستقيم (١٢ ح ١ ح) يكون هو مرقم البسيطة وبفرض (ل ل) الأفقى في النقطة (م) فالقصر المشترك بينه وبين سطح نصف النهار (١٢ ح ١ ح ٢ ح) وهو (ش ح) يكون نصف نهار البسيطة المذكورة وحيث ان الزاوية (١٢ م ش ح) هي مساوية لعرض البلد فمن البديهي ان الزاوية التي بين مرقم البسيطة ونصف نهارها تساوى العرض المذكور أيضا

وأما اذا أريد انشاء البسيطة على السطح الرأسى (م د) نخط تقاطع هذا السطح بـ سطح نصف النهار (١٢ ح ١ ح ٢ ح) يمر ضرورة من مركز الأرض فيكون الخط (ه م) خطا رأسيا وبناء عليه يكون هو نصف نهار البسيطة ويكون مرقمها هو الخط (ه ب) المرسوم موازيا لمحور العالم وتكون الزاوية (م ه ب) الواقعة بين المرقم المذكور وبين خط نصف نهار البسيطة مساوية لعرض البلد فيرى مما تقدم ان الامر يودى الى تعيين اتجاه نصف النهار وعرض البلد وستكلم عن كل منهما فيما يأتى

(ملحوظات)

(١٣) لما كان نصف نهار البسيطة الأفقية المارة ذكرها هو الاثر الأفقى لسطح نصف النهار على سطح البسيطة لم يمكن أن يتغير أصلا بخلاف نصف نهار البسيطة الرأسية فإنه يتبع سطحها كيفما كان وسطها مع ابقائه عموديا على سطح نصف نهار الحمل يمكن ان يأخذ جملة أوضاع مختلفة وعلى هذا فتعريف نصف نهار البسيطة الرأسية الذى تقدم غير كاف ولذلك سنذكر فيما بعد تعريفا عاما للبسيطة الرأسية وأما معرفة عرض البلد المراد على البسيطة فيه فيعلم اما من كتب الجغرافيا واما من التقويمات واما من الخط الجغرافية والاصح أخذه من الارصاد الفلكية ومع ذلك اذا عملت البسيطة لعرض من العروض وحصل في تعيين ذلك العرض خطأ ولو بقدر عشرة فلا يؤثر هذا الخطأ تأثيرا محسوسا بحيث لو عينا بالتعيين عرضا هو في الواقع

زائد أو ناقص عن العرض الحقيقي بهذا القدر أو أقل يجوز إنشاء البسيطة ولا ضرر في ذلك

وحيث أن أكثر الكتب والتقويمات ليس مذكورا بها إلا عروض عواصم الولايات دون القرى والقصبات المجاورة لها فبناء على ما تقدم يمكننا معرفة عروض القرى والقصبات المذكورة بوجه التقريب وإذا تعسر ذلك بسبب ما فعليك بطريقة استخراج العروض من الظلال التي سنذكرها فيما بعد وهي طريقة عامة يمكن استعمالها في كل البسائط

(في رسم نصف نهار البسيطة الافقية)

(١٤) قد علم من المواد التي تقدمت الى الآن انه يلزم ابتداء معرفة رسم نصف نهار البسيطة ولكن لتوقفه على بعض أصول علمية وعملية رأينا ان نذكرها هنا أولا فنقول بعد أن بوضع سطح البسيطة موازيا لسطح الافق نرسم الظلال بوضع شاخص عمودي على السطح المذكور لان السطح السويحي الذي يمر بهذا الشاخص وبالقطين السماويين هو عمودي على الافق فهو نصف نهار ذلك المثل وحيث ان الفصل المشترك بينه وبين سطح البسيطة أي أثره الافقي يمر بقاعدة الشاخص فيمكن مع ملاحظة بعض ما تقدم رسمه بغاية السهولة كما سيأتي

لتفرض (ن ن) القطبين (شكل ٣) و (صه صه) دائرة البروج و (ل ل) سطح البسيطة أي السطح الافقي و (ع ن صه) نصف نهار المثل و (ع صه) دائرة اليومية التي ترسمها الشمس في يوم معين وليكن (م هـ) المسقط الرأسى للشاخص المقروض و (هـ) مسقطه الافقي فحيث ان رأس الشاخص (م) موجود على إحدى نقط المرقم (م ب) فمقتضى ما ذكر في المسالك الثاني المتقدم ذكره يمكن فرض هذه النقطة مركز العالم فاذا وصلنا بالمستقيم (ع ع) النقطة (ع) التي على الدائرة اليومية (ع صه) بالنقطة (م) وددناه الى جهتيه ثم فرضنا النقطة (م) ثابتة وحركنا خط (ع ع) دورة واحدة على محيط الدائرة (ع صه) فيصلت مخروطان متصدا الرأس أحدهما (م صه ع) وهو متكون من الاشعة الخارجة في اليوم المقروض المنتهية الى رأس الشاخص والاخر (م ح صه) وهو مخروط متكون من ظلال رأس الشاخص الناقبة من الاشعة المذكورة الساقطة على النقطة (م) في مدة الاربع والعشرين ساعة التي ترسم فيها الشمس الدائرة اليومية المقروضة ثم

يحدث من تقاطع الخروط الأعلى هذا بسطح البسيطة الأفقي (ل ب) قطاع مخروطي
مبين بالنقط ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ و بما ان هذا المنحنى مركب من نقط ظلال رأس
الشخص الساقطة في كل آن على سطح البسيطة فيسمى بالمنحنى المظلم ولوجه يكنى
تعيين جهة نقط من ظل رأس الشخص قبل الزوال وبعده ثم تضم جميع هذه النقط
بخط يكون المنحنى المطلوب

ومن المعلوم في علم الهيئة ان سطح نصف النهار يقسم كلا من الدوائر اليومية الى
قسمين متناظرين متساويين فاذا فرضنا نقطتين على احدى هذه الدائرة بحيث تكونان
متناظرتين بالنسبة لسطح نصف النهار فيكون ارتفاعهما عن الأفق واحدا ويكون
ظلا الشخص الناشئان عنهما متساويين فالنقطتان المذكورتان موجودتان اذن على
محيط دائرة واحدة مرسومة من المركز (هـ) وبناء عليه اذا رسمنا من المركز
المذكور الدوائر (هـ ١) و (هـ ٢) و (هـ ٣) المسماة بالدوائر المساعدة فنقط
تقاطعها بالمنحنى المظلم وهي ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ تكون متناظرة الوضع بالنسبة الى
نصف النهار فاذا وصلنا جميع هذه النقط بالنقطة (هـ) ونصفنا جميع الزوايا الحادة
أى اذا وصلنا النقط المتناظرة ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ و ١ ٢ ٣ باوتار وأخرجنا عليها من النقطة
(هـ) العمود (هـ ٥) فتكون النقط المذكورة متناظرة الوضع بالنسبة لهذا العمود
أيضا ويكون هو اذن نصف نهار البسيطة المطلوب

(ملحوظات)

(١٥) ان إيجاد نصف النهار (هـ ٥) بالكيفية المار ذكرها مبنى على فرض
استدارة محرك الشمس اليومي مع اتناعلنا ان الحركة المذكورة ليس بمستدير بل هو على
شكل حلزوني برمى يقرب من الدائرة فربما يتوهم من ذلك لزوم تعديل نصف النهار
(هـ ٥) المذكور ولكن اذا لاحظنا ان اختلاف ميل الشمس الحاصل في مدة يوم
وجودها على أحد الانقلابين قلما يشعر به فلو صار تعيين نصف النهار المذكور عند ما
تكون الشمس في الانقلابين يمكن اعتباره صحيحا عاريا عن الخطا وكذلك أعظم
الاختلاف المذكور على خط الاستواء لا يزيد عن ٤٢ ٥٠ في الأربع وعشرين
ساعة أى نهايته في الساعة دقيقة واحدة فقط فبناء عليه اذا صار تعيين نصف النهار

قبل الزوال وبعدده بنصف ساعة فيصرف عن موضعه الحقيقي بنصف دقيقة بحيث لا يستحق التصحيح لاسيما ان هذا الفرق يتقص كثيرا في سائر الايام فيتضح من ذلك انه يمكن استعمال الكيفية المتقدمة في أى يوم من السنة بدون استثناء لايجاد نصف النهار المذكور

(في تصحيح انكسار الضوء)

(١٦) اذا صار تعيين الظلال في الاوقات القريبة جدا من نقط طلوع الشمس وغروبها بحيث ان انكسار الضوء في تلك الاوقات يكون في نهاية شدته فربما يظن أن ذلك يغير القطوع المخروطية السابق ذكرها ولكن من حيث ان تلك النقط متناظرة بمعنى انه اذا علت احدها تعلو الاخرى بقدرها فيظهر جليا ان العمود القائم على وسط وترها لا يتغير أبدا وحيث ان الظل الناشئ عن ضوء الشمس في النقط المذكورة هو طويل جدا فظل رأس الشاخص يكون طويلا أيضا ويخرج حينئذ عن سطح البسيطة بحيث لا يتيسر تعيينه في وقت الشروق والغروب المذكور

(في تعيين نصف النهار بواسطة الدوائر المساعدة)

(١٧) ينتج من جميع ما سبق أننا لو فرضنا شاخصا في نقطة (ن) (شكل ٤) وجعلنا هذه النقطة مركزا ورسمنا منها دوائر مساعدة بإبعاد اختيارية (ب و ج و د و هـ) ثم بحثنا قبل الزوال ورصدنا ظل رأس الشاخص وعينا على تلك الدوائر النقط (ب و ج و د) التي يقع فيها الظل المذكور ثم النقط (ب و ج و د) التي يجيء عليها هذا الظل بعد الزوال ثم وصلنا بوتر كل نقطتين واقعتين على دائرة واحدة وأنزلنا من نقطة (ن) العمود (ن ل) على جميع هذه الدوائر فيكون هو نصف النهار المطلوب لكن ربما ينشأ عن هذه العملية بعض خطأ في موقع نصف النهار ويظهر ذلك اذا لم يكن عموديا بالتام على هذه الدوائر فزيادة الضبط والحالة هذه يلزم تعديله بالنسبة لكل وتر ليقبل الخطأ على حسب الامكان

فيظهر مما سبق انه يمكن رسم نصف النهار بدون أن يحتاج الانسان الى تعيين نقط من نقط المنحنى المظلم لكن ينبغي التدقيق في انتخاب انصاف أقطار الدوائر المساعدة بحيث تقطع المنحنى المذكور فان في ذلك تسهila عظيما لعمل

(في رسم نصف النهار بواسطة ثلاث ظلال مختلفة الطول)

(١٨) يمكن أيضا رسم نصف النهار بتعيين ثلاثة ظلال غير منساوية لكن يشترط في

ذلك أن يكون هذا التعيين في أوقات مختلفة بعيدة بعضها عن بعض بأن يكون أولها في الصباح وثانيها بالقرب من الزوال وثالثها بالقرب من الغروب
 لنفرض الشاخص (م هـ) في النقطة (هـ) كما في شكل (٣) فيكون مرقم النقطة (م) محور العالم (ب) الذي هو محور مشترك للمعروطين (م صـ حـ) و(م ع صـ) أيضا فإذا رسمنا على هذا المحور سطحا عموديا (صـ حـ) من نقطة (صـ) التي على سطح المخروط (م صـ حـ) المتولد من ظلال رأس الشاخص (م) فيقطع هذا السطح العمودي سطح المخروط على دائرة (صـ حـ) الموازية لدائرة الشمس اليومية (ع صـ) والمساوية لها فهي إذن من ضمن الدوائر اليومية ومن حيث أن هذه الدوائر كلها عمودية على الاسطح السوية وأن نصف النهار هو عبارة عن أحد تلك السطوح فالدائرة (صـ حـ) عمودية على نصف النهار المذكور ومن حيث أن سطح نصف النهار عمودي على الافق أيضا فهو إذن عمودي على سطحين متقاطعين وهما سطح الدائرة (صـ حـ) و سطح الافق ومن المعلوم في الاصول الهندسية انه اذا كان سطح عموديا على سطحين متقاطعين فهو عمودي على خط تقاطعهما فبناء على ذلك اذا صار تعيين الاثر الافقي للسطح (صـ حـ) يمكن تعيين الاثر الافقي لسطح نصف النهار بانخراج عمود من موقع الشاخص على أثر السطح (صـ حـ) المذكور ويكون هذا العمود هو نصف نهار البسيطة المطلوب ويعلم من هذا انه اذا صار تعيين أطوال ثلاثة ظلال غير متساوية في يوم ما وفصل من الظلين الاعظمين جزء مساو للظل الاصغر فيحدث ثلاثة مولدات متساوية للمخروط بحيث لو صار مرور سطح من أطراف هذه المولدات فينقطع المخروط (م صـ حـ) على دائرة مارة بالنقط (صـ حـ) وعمودية على المرقم (ب) وبناء على ذلك اذا أنزلنا من موقع الشاخص عمودا على أثر هذه الدائرة الافقي فيكون هذا العمود هو نصف نهار البسيطة المطلوب

(في كيفية اجراء العمل)

(١٩) بعد جعل سطح البسيطة موازيا للافق نضع شاخصا عموديا في النقطة (ب) (شكل ٥) وليكن مسقطه الرأسى (ب حـ) ثم نرسم الظلال (ب د و ب هـ و ب ل) لهذا الشاخص على السطح المذكور ونفرض للمساقط محورا أى خط الارض يكون موازيا للظل (ب هـ) ثم نصل نقطة (حـ) بالنقط (د و هـ و ل) التي هي المساقط الرأسية للنقط (د و هـ و ل) فيحدث ثلاثة خطوط (حـ د و حـ هـ و حـ ل) هي

عبارة عن ثلاثة مولدات للمخروط التظلم الذي تكلمنا عليه وحيث ان محور المساقط مواز للظل (ب هـ) فالمسقط (ح هـ) الراسي للخط الواصل بين نقطة (هـ) وبين رأس الشاخص يكون مساويا لنفس هذا الخط فلفصل بعددين مساويين لهذا الخط من الظلين الساقطين افقيا على (ب د) و (ب ل) كما قلنا نبحث عن طول هذين الظلين بان نأخذ على محور المساقط خط (ب د = ب د) ونخط (ب ل = ب ل) ثم نصل (د و د) و (ل ل) فهذان الخطان يكونان مساويين للظلين المذكورين فنفصل على الاول بعدد (ح م = ح هـ) وعلى الثاني بعدد (ح ع = ح هـ) ثم نرسم من نقطتي (م و ع) خطين موازيين للمعور فيقطعان (د و) و (ل ل) في (م) و (ع) وتكون هاتان النقطتان مسقطي النقطتين (م) و (ع) الراسيين ويكون مسقطاهما الافقيان (م) و (ع) وبذلك نكون قد عينا المساقط الافقية (م هـ ع) والراسية (م هـ ح) للنقط الثلاث التي نريد أن نرسم منها السطح العمودي على محور المخروط فبرسم الاثر الافقي لهذا السطح وازال عمود عليه من (ب) يحدث نصف نهار البسيطة ولرسم الاثر المذكور نعين ابتداء الاثر الافقي (و) للخط (ح م و ع م) والآخر الافقي (هـ) المشترك بين الخطين (ح هـ و ع هـ) و (م هـ و م هـ) ثم نصل (هـ و) فيكون هو أثر السطح المطلوب وبتزليل العمود (ب ع) عليه نجد نصف النهار

(في اجراء العمل المذكور بالتدوير)

(٢٠) ان الطريقتين المذكورتين آتفا وان عدتا عند أرباب هذا الفن من الطرق السهلة الا أنه يوجد طريقة أخرى أسهل منهما وذلك بأن يقال حيث ان الشاخص الموجود في (ب) عمودي على الخطوط (ب د) (ب هـ) (ب ل) فاذا اعتبرنا ظللال رأسه المارة بالنقط (د هـ ل) فيكون هنالك ثلاثة مثلثات قوائم الزوايا فيها ضلع مشترك وهو الشاخص المقروض وأوتارها الخطوط الشعاعية المارة برأس هذا الشاخص والنقط (د هـ ل) فبناء عليه اذا دورنا كلا من هذه المثلثات حول قاعدته حتى ينطبق بالسطح الافقي فيحدث ثلاثة مثلثات (هـ ب ح و ل ب ح و د ب ح) واذا فصلنا من الوترين الاعظمين بعددين مساويين للوتر الاصغري اذا أخذنا (ح د = ح هـ) ثم رفعنا المثلثات الى مواضعها الاصلية فتدور النقطة (د) مع العمود (ح د) وتسقط في النقطة (ع) ثم تسقط النقطة (هـ) على النقطة (م) واذا وصلنا (م ع) ورسمنا على هذا الخط العمود (ع د) = (ع ح) ثم العمود (م هـ) =

(م م) ووصلنا (د م) بخط مستقيم فيقطع الخط (ع م) في نقطة (و) وتكون هي الاثر الافقي للخط (ع م) ولو وصلنا بينها وبين النقطة (هـ) بالمستقيم (و هـ) نجد الاثر الافقي للسطح المقاطع للمعروط فاذا أنزلنا على هذا الاثر العمود (ب م) يحدث نصف النهار المطلوب

(فيما يمنع صحة العمل وكيفية ازالته)

(٢١) لاجل صحة العمل عند تطبيق الطريقتين المتقدم ذكرهما يلزم مراعاة بعض اصول نذكرها هنا وهي (أولا) جعل سطح البسيطة موازيا للافق يلزم استعمال الآلة المسماة في علم الطبوغرافية بروح التسوية فيوضع هذه الآلة على استقامتين متعامدتين يعلم أحصل التوازي المطلوب أم لا ويمكن أيضا استعمال حبل البناء في هذا الغرض وكذلك كرة بلياردو منتظمة التكوير (وثانيا) لوضع الشاخص على سطح البسيطة يلزم اتخاذ جسم من خشب أو معدن حيث انه لا يتيسر استعمال خط هندسي لهذا الغرض ويكون على شكل هرم أو مخروط متقن الصناعة بحيث ان مسقط رأسه ينطبق بمركز قاعدته فهذه الوسطة يسهل تعيين المسقط المذكور على السطح الافقي

لنقرض هرما مربعا من هذا القبيل (م د هـ ب و) شكل (٦) موضوعا على سطح البسيطة فلتعيين ظله وبالحصوص ظل رأسه (و) نقول لو كانت الشمس نقطة هندسية أي عارية عن الامتداد ورسمنا منها سطحين يمران بحرفي الهرم (و هـ) و (م و) لحدث الـهـذين السطحين اثران أفقيان (هـ ح) و (م ح) متقاطعان في نقطة (ح) تكون هي ظل رأس الهرم المذكور ولكن الشمس ليست بنقطة هندسية بل ترى من سطح الارض على شكل كرة بقطر قدره (٣٤ ٣٣) فاذا رسمنا من كل من الحرفين المار ذكرهما سطحين مماسين لسطح الشمس يحدث لهذه الاسطح أربعة اثرات أفقية (ح هـ و ح م و ح م) بحيث تكون الزاويتان (ح هـ و ح م) و (ح م و ح م) متساويتين وقمة كل منهما ٣٤ ٣٣ فاذا رسمنا منصفى هاتين الزاويتين يتقاطعان في نقطة (ح) تكون هي ظل رأس الشاخص بالنظر لمركز الشمس وهذه النقطة لو أمكن تعيينها لحصلنا على المقصود ولكن ذلك عسير بسبب وجودها على ما يسمى شبه الظل وتوضيح ذلك نلاحظ أن جميع النقط التي في القسم (هـ ح م) لا ترى الشمس مطلقا ولذلك سمي هذا القسم بالظل المطلق وأما النقط التي في القسم (هـ ح م و ح م) فلا ترى من الشمس الا جزأ فقط فالنقط التي بالقرب من الظل المطلق

تري أقل من نصف القرص والتي على الخطين (هـ ح) و (م ح) ترى نصفه بالتمام
وأما النقط التي في القسم (هـ ح م ح) فترى أكثر من نصف القرص والتي على
الخطين (هـ ح) و (م ح) أو خارجة عنهما ترى الشمس كلها فالقسم (هـ ح م ح)
الذي لا يرى إلا جزءاً من الشمس يسمى شبه الظل فلسبب وجود النقطة (ح) في هذا
القسم تكون عسرة التعيين ولتسهيل ذلك نضع كرة بقدر معلوم على رأس الشاخص
بحيث يكون مركزها على اتجاه محور الهرم فيكون ظلها على سطح البسيطة قطعاً ناقصاً
يمكن تعيين مركزه بسهولة فيمكن أعـ بـاره ظل رأس الهرم بدون أن ينشأ عنه خطأ
محسوس وهذه الكرة لابد أن يعين قدرها كما سيرد عليك في البحث الـا قـي لأنها اذا
كانت كبيرة جداً فيكون ظلها كبيراً أيضاً ويختلف موضع مركز القطع الناقص عن
موضع ظل رأس الهرم بكمية جسيمة وإذا كانت صغيرة جداً فقلما يستشعر بظلها
ويصعب تعيين مركزه فإنا لو فرضنا خطوطاً مماسة لسطح الشمس ولسطح الكرة
المذكورة على النقط المتناظرة عليهما ومددنا هذه الخطوط على استقامتها فنظراً لعظم
الشمس وصغر الكرة تقرب هذه الخطوط بعضها من بعض وتلاقى في نقطة (هـ)
شكل (٧) وتكون هذه النقطة رأس مخروط محتو على كل من الشمس والكرة
المذكورة والجزء الذي بين رأس المخروط (هـ) والقاعدة (ب ح) يكون ظل الكرة
المطابق ثم اذا فرضنا خطوطاً أخرى مماسة لسطح الشمس والكرة متلاقية ما بين هذين
الجسمين فيحدث مخروطان متحدا الرأس واذا مددنا هذه الخطوط على استقامتها من
جهة الكرة فبدلاً من أن تقرب من بعضها تتباعد وتلاقى سطح البسيطة وتحدث
عليه قطعتين (هـ ح ل) و (هـ ب ق) وهما عبارة عن شبه ظل الكرة وأما ظلها
المطابق فلما كان مساوياً لارتفاع المخروط (م هـ) وهو صغير جداً بسبب صغر الكرة فلا
يصل الى البسيطة وإنما يحدث عليها خيالاً خفيفاً لا يساعد على تعيين النقطة المطلوبة
(في مقدار الكرة المذكورة بالنسبة لارتفاع الشاخص)

(٢٢) يفهم مما ذكر أن امكان رؤية ظل الكرة على شكل قطع ناقص يتوقف على
امكان قطع مخروط الظل المطابق بسطح البسيطة وحيث ان هذا الشرط يتعلق بارتفاع
الشاخص يلزم أولاً تعيين طول الخط (هـ م) بالنسبة لنصف قطر الكرة المذكورة ثم
تعيين نصف القطر هذا بالنسبة الى ارتفاع الشاخص ولاجل ذلك اذا اعتبرنا المثلث
قائم الزاوية (م ح هـ) شكل (٧) نجد فيه أن

$$\frac{3}{4}م = مماس (ح ه م)$$

وبفرض نصف القطر مساويا للواحد وملاحظة أن الزاوية (م ه ح) هي نصف الزاوية التي ترى فيها الشمس من سطح الأرض فتساوى إذن ٣٢ ٥٠ ١٦ تول المعادلة المذكورة الى

$$\frac{1}{4}م = مماس (٣٢ ٥٠ ١٦)$$

ومنها

$$م ه = ٢٢٢ \times (\text{نصف قطر الكرة})$$

وحيث انه يلزم أن سطح البسيطة يقطع المخروط الظلي على خط مثل (ع سه) فيلزم وقت الرصد أن يكون البعد بين الكرة وظلها على البسيطة أقل من ١٠٦ \times (قطر الكرة) وبناء عليه لا يمكن عمل الرصد المذكور عند الشروق والغروب بل يلزم عمله قبل الزوال أو بعده بثلاث ساعات أو بثلاث ساعات ونصف ساعة وقد شوهد في الاوقات المذكورة عند ابتداء الصيف أن البعد المذكور ضعف ارتفاع الشاخص تقريبا وعند ابتداء الشتاء مساو لخمس أمثاله فاذا رمزنا بالحرف (سه) لارتفاع الهرم وبالحرف (د) لقطر الكرة تنتج هاتان المعادلتان

$$١٠٦ د = ٢ سه$$

$$١٠٦ د = ٥ سه$$

ومنها

$$\frac{سه}{٥} = \frac{سه}{١٠٦} = د$$

$$\frac{سه}{٢١} = \frac{سه}{١٠٦} = د$$

وبفرض (سه) مساويا لمتر واحد يكون

$$\text{في الحالة الاولى} \quad د = ٠,٠١٨ م$$

$$\text{في الحالة الثانية} \quad د = ٠,٠٤٦ م$$

ويظهر من ذلك أنه اذا فرضنا ارتفاع الهرم مترا واحدا فلامكان قطع ظل الكرة المطلق بسطح البسيطة يلزم أخذ كرة يكون قطرها أكبر قليلا من قيمتي (د) على حسب فصل الصيف أو الشتاء

(في اتخاذ المنشور شاخصا)

(٢٣) ان جميع الطرق التي ينهاها فيما تقدم مبنية على تسر كرة وهرم أو مخروط بغاية الضبط واتقان الصنعة ولا يخفى انه لا يتأتى في كل الاحيان الحصول على صانع

ماهر يقوم بالمطلوب وينى بالمرغوب فليعدم تعطيل العمل أو تأجيله يمكن الاكتفاء عما ذكر باتخاذ منشور قائم الزوايا أى تكون حروفه عمودية على قاعدتيه وبوضعه على سطح البسيطة بفرض أحد حروفه شاخسا وليكن (ب م) شكل (٨) فان موقع رأسه (ب) على البسيطة يعلم بغاية السهولة وكذلك ظلها (م) لانه ينشأ عن تقاطع الخطين (ح م) و (م د) الناتجين من تلاقي سطح البسيطة والسطحين الشعاعيين المارين بمحرف المنشور (ح م) و (م د) فلا صعوبة في تعيين هذه النقطة نعم ان الخطين (ح م) و (م د) مختلطان على البسيطة بشبه الظل الا انه يمكن تمييزهما بسهولة في الاشكال التى من هذا النوع فبعد تعيين النقطة المذكورة (م) يصير توصيلها بالنقطة (ب) فيوجد ظل الشاخص المذكور

(٢٤) ويمكن أيضا الاكتفاء باستعمال لوحة من معدن (هـ ل) شكل (٩) مثقوبة الوسط توضع أفقيا على سطح البسيطة بواسطة ثلاث أرجل (ب ح د) ويلزم ان محيط الثقب يكون دقيقا جدا ولاجل ذلك يلزم ان اللوحة يكون ممكها متناقصا بالتدريج من محيطها الى مركزها

ففى وضعت هذه اللوحة أفقيا وفرض العمود (م ح) النازل من مركز ثقبها على سطح البسيطة فيمكن اعتبار هذا العمود شاخسا ومركز الثقب رأسه والنقطة (ح) موقعه واذا صار تعيين مركز الضوء الساقط من هذا الثقب على البسيطة فى أى وقت كان يكون فى مقام ظل رأس الشاخص وعلى ذلك يمكن باحدى الطرق المذكورة أنفا تعيين خط نصف النهار

(ملحوظات)

(٢٥) ان الاشعة المارة بالثقب المذكور تحدث على سطح البسيطة ضوءا مطلقا وشبه ظل كما ان الكرة المتقدم ذكرها تحدث ظلا مطلقا وشبه ظل لانا اذا فرضنا خطوطا مارة بمحيطى دائرة الشمس ودائرة الثقب يحدث مخروط شعاعى (م د) بحيث لو فرضت رأسه (د) تحت البسيطة يكون الفصل المشترك بينها وبينه هو الشعاع المطلق

وأما شبه الظل فهو ما يتكون حول الشعاع المطلق من تلاقي البسيطة بأحد المخروطين المتحدى الرأس فيما بين الشمس والثقب ولكن لا يؤثر وجود شبه الظل

هذا في تعيين المركز المطلوب كما يؤثر ذلك في تعيين مركز ظل الكرة المطلق كما تقدم
 ووجود رأس المخروط الشعاعي تحت البسيطة يتعلق بمقدار قطر الثقب وارتفاع مركزه
 على سطحها أما القطر المذكور فيستخرج بنفس الطريقة التي ذكرناها بخصوص الكرة
 وهو يساوي قطرها فليراجع لعدم تكرار الكلام ولكن من حيث ان وجود شبه الظل
 وحده أسهل لتعيين النقطة المطلوبة كما رأى بعضهم من وجوده مع الشعاع المطلق
 فالأوفق ان يؤخذ ذلك القطر أصغر كثيرا من القطر الذي يستخرج بطريق الحساب
 (في تعيين نصف النهار بواسطة النجم القطبي)

(٢٦) ان النجم القطبي لما كان قريبا جدا من القطب كما هو معلوم عند أرباب الفن
 فيمكن بواسطته تعيين نصف النهار وذلك بان يؤخذ شاقولان بوضع أحدهما على النقطة
 التي يراد رسم نصف النهار منها وبوضع الآخر ما ينسب وبين النجم المذكور ويحرك
 هذا الأخير الى أن يوجد في السطح المستوي المار بالنجم والشاقول الاول ثم يوصل بين
 موقعي الشاقولين بخط مستقيم يكون هو الاثر الافقي للسطح السويحي الرأسى المار
 بسمت الرأس وبالقطب فهو اذن نصف النهار

(ملحوظات)

ان الطريقة المار ذكرها تستلزم وجود النجم المفروض في موضع القطب بالقيام مع انه
 متباعد عنه الآن بمقدار درجة واحدة و ٢٤ دقيقة ولكن حيث ان النجم المذكور
 يرسم دائرة كل يوم حول القطب بنصف قطر مساو لهذا المقدار فاذا جرت العملية
 المتقدم ذكرها في وقت مروره من سطح نصف النهار رأى عند توسطه الأعلى أو
 توسطه الاسفل تكون النتيجة مضبوطة وأما اذا جرت عند وجوده على مسافة ٩
 درجة من التوسطين المذكورين فنصف النهار الناتج من هذه العملية يختلف من نصف
 النهار الحقيقي بكمية يمكن تعيينها بحساب المثلثات فلو فرضنا عرض المحل ٤١ درجة
 و ١٦ ثانية مثلا نجد ان الخلاف المذكور هو عبارة عن زاوية مقدارها ٤٦ دقيقة
 فيتحويل هذه الدقائق القوسية الى دقائق زمنية يحدث $\frac{46}{15} = 3$ دقائق بالتقريب
 فلنح وقوع هذا الخطأ يلزم اجراء العملية وقت أحد التوسطين المذكورين

(في كيفية تعيين وقت مرور النجم القطبي من سطح نصف النهار)

(٢٧) يؤخذ من التقويم مطالع الشمس والنجم المذكور بالنسبة لازوال الوسطى

اليوم المراد اجراء العمل فيه ويطرح أحدهما من الآخر فتجدت الشمس على بعد
من سطح نصف النهار بقدر الفاضل يعنى متى دلت الساعة الزوالية على هذا الفاضل
يكون النجم وقتئذ في السطح المذكور ولكن حيث ان الفاضل المذكور هو عبارة
عن ساعات نجمية فلزيادة الجهة في العمل يلزم تحويله الى ساعات شمسية وسطية وذلك
بان يطرح من كل ساعة نجمية عشر ثوان واذا أريد الاختصار في العمل وعدم التعرض
لحسابات المذكورة يمكن تعيين الوقت المطلوب باستعمال الشاقولين المار ذكرهما بحيث
انهما يستران في آن واحد كلا من نجم الدب الكبير المرموز له بالحرف اليوناني
(إسايون) (شكل ١٠) ونجم ذات الكرسي المرموز له بحرف (غما) ونجم القطب
فذلك الآن يكون وقت التوسط الأعلى أو الأسفل لهذا النجم ثم ان الكواكب
الثلاثة ليست على استقامة واحدة بالضبط بل الخط الواصل من إسايون لغما ينصرف
عن تلك الاستقامة بزوايا قدرها ثمان دقائق الا ان هذا الفرق لا يحدث على البسيطة
خطاً أعظم من $\frac{1' \times 8}{10} = 32$ ثانية زمانية وهو خطأ قلما يستشعر به بالنسبة للساعة
الاعتيادية المستعملة وحينئذ يمكن اعتبار هذه العملية عارية عن الخطأ

(في كيفية تعيين نصف النهار بالبوصله)

(٢٨) ويمكن أيضا رسم نصف النهار بواسطة البوصله ولكن العمل بذلك يستلزم معرفة
المخرافها ابتداء ولاجل ذلك ينبغي أن يكون مقدار نصف قطر دائرتها المنقسمه الى
درجات كافيا حتى يمكن أن يعين عليها ارباع الدرجات بالاقل

ولا تستعمل البوصله في جميع الاحوال وذلك لان البسائط نوعان ثابتة وغير ثابتة أما
الثابتة فهي التي تصنع لمحل معين وتثبت فيه ويحسن في هذه الحالة ان تكون كبيرة
المقدار وأما غير الثابتة فهي التي لا تعمل لمكان معين بل تنقل من جهة الى اخرى
ولسهولة ذلك ينبغي ان تكون صغيرة المتدار في النوع الاول لا تستعمل البوصله لان
تعيين نصف النهار بهذه الطريقة يكون برسم خط مستقيم بواسطة حرف البوصله
وحيث ان هذا الحرف صغير عادة فيلزم تمديد الخط المذكور ولا يخفى ما قد ينشأ عن
ذلك من الخطأ وفي النوع الثاني يمكن استعمالها لان طول حرفها يكون كافيا لرسم
نصف النهار ولاجل ذلك يوضع أولا سطح البسيطة افقيا ثم يوضع عليه البوصله بحيث
ان حرفها الموازي لخطها المعتمد أى للعط المبين للشمال والجنوب يكون منطبقا على

خط زوال البسيطة ثم يحرك سطح البسيطة الى أن ترسم ابرة البرصلة انحرافها بالتقام
نقط زوال البسيطة يكون وقتها على استقامة خط نصف النهار المطلوب

(في تعيين العرض الجغرافي بواسطة الظل)

(٢٩) بعد رسم نصف النهار على سطح البسيطة يمكن تعيين عرض المحل بواسطة
الظل بدرجة كافية من الضبط وكيفية ذلك ان يقال ليكن (ض هـ) شكل (١١)
خط نصف النهار المرسوم بإحدى الطرق المتقدم ذكرها و (هـ م) المسقط الرأس
للساخن فاذا فرضنا ان الخط (م د) المار برأس الساخن المذكور هو محور
العالم فيصنع مع الافق زاوية (م هـ) تكون مساوية لعرض المحل المطلوب
وترسم من المركز (م) دائرة تماثل (ح ح) عموديا على محور العالم (م هـ)
فيكون هو خط الاستواء ثم ترسم (ح ب) بحيث يصنع زاوية مقدارها ٢٨° و ٢٣°
مع الخط (ح ح) فالخط (ح ب) المذكور يكون هو دائرة البروج واذا رسمنا من
نقطتي (ح و) الخطين (ب ب و ح ح) موازيين للخط (ح ح) فهذان
الخطان يكونان هما الدائرتين اليوميتين للاتقلايين أي المدارين ويرى من ذلك ان
ظل الساخن (م هـ) وقت الزوال في يوم الانقلاب الصيفي يكون (د هـ) وفي يوم
الانقلاب الشتوي يكون (ض هـ) وبناء على ذلك اذا قسمنا هذين الظلين بالضبط نجد
في المثلث القائم الزاوية (م د هـ)

$$\frac{م هـ}{م د} = \text{مماس (هـ م د)}$$

وفي المثلث (ض م هـ)

$$\frac{ض هـ}{م هـ} = \text{مماس (هـ م ض)}$$

فبواسطة هذين القانونين يمكن تعيين الزاويتين (هـ م د) و (هـ م ض) وحيث
ان عرض البلد يساوي الزاوية

$$س م ح = ن م هـ = ن م د + م هـ$$

أو الزاوية

$$ض م هـ - ض م ن$$

ففي الحالة الاولى يلزم أن يضاف الى زاوية (د م هـ) السابق تعيينها الزاوية (ن م د)
التي تساوي ٢٨° و ٢٣° لانها عبارة عن ميل الشمس الاعظم في يوم الانقلاب الصيفي

وفي الحالة الثانية يلزم أن يطرح من زاوية (ض م هـ) الزاوية (ض م ن) التي تساوي $28^\circ 23'$ أيضا لأنها عبارة عن ميل الشمس في يوم الانقلاب الشتوي وعلى ذلك يعلم عرض البلد يوم الانقلاب الصيفي بإضافة ميل الشمس الاعظم الى الزاوية التي يستعملها الشاخص مع الشعاع المار برأسه ويوم الانقلاب الشتوي بطرحه منها

ويمكن أيضا استعمال هذه الطريقة في وقت الزوال من الايام الاخرى التي بين الانقلابين لايجاد عرض المحل ولاجل ذلك يؤخذ ميل الشمس من التقويمات أو يبحث عنه بطريقة اخرى فان كان شماليا يضم الى الزاوية المستخرجة بالحساب السابق ذكره وان كان جنوبيا يطرح منها وان اريد اجراء ذلك في وقت الزوال من يوم الاعتدال أى اليوم الذي يكون فيه الليل مساويا للنهار فلا حاجة لمعرفة ميل الشمس اذ في ذلك اليوم تكون الزاوية (ض م هـ) المقابلة للظل (ض هـ) مساوية للعرض المطلوب واعلم ان المتقدمين كانوا يستعملون طريقة الظل المذكورة لتحديد العروض الجغرافية المجهولة واذا كانت معلومة فكانوا يستعملونها لمعرفة ميل الشمس في كل يوم وان كان الميل معلوما أيضا فكانوا يستعملونها لمعرفة طول ظل الاشياء بدون رصدها ولهذا الحالة الاخيرة أهمية عظمى في عمل البساط فانهم يعلم بها النسبة التي بين طول الشاخص وظله اذ لو كانت هذه النسبة مجهولة فرعا يعطى للشاخص ارتفاع زائد قطله يخرج في بعض الاحيان عن حد البسيطة

وقد استعملنا هذه الطريقة بالنسبة للاستانة العلية لحساب النسبة بين ارتفاع الشاخص الموضوع عموديا على الافق وبين ظله وقت الزوال في أيام وجود الشمس في الانقلابين وفي الاعتدالين فوجدنا ما يأتي

بقرض عرض الاستانة العلية $1^\circ 6'$ و $0^\circ 20'$ وميل الشمس الكلى $25^\circ 27'$ و $23^\circ 23'$ يكون الظل الزوالى في الانقلاب الصيفي

$$د هـ = م هـ + مماس (العرض - الميل الكلى)$$

$$= م هـ + 31047$$

ثم الظل الزوالى بالنسبة لخط الاستواء

$$د هـ = م هـ + مماس (العرض)$$

$$= م هـ + 87943$$

والطل الزوالى فى الانقلاب الشتوى

ض هـ = م هـ + مماس (العرض + الميل الكلى)

$$م هـ + ٠٩٣٠٠ = ٢,$$

ومسقط المرقم المار برأس الشاخص

هـ = م هـ + تمام مماس (العرض)

$$م هـ + ١٠٥٠٢٠ = ١,$$

القسم الاول

(فى البسائط الزوالية)

(فى رسم البسائط على سطوح مستوية)

(٣٠) بعد رسم خط نصف النهار بالطرق المتقدم ذكرها وبعد معرفة عرض المحل يلزم وضع المرقم بحيث يكون فى مستو رأى مع نصف النهار ويصنع معه زاوية مساوية للعرض المذكور ثم يتم العمل كما سيأتى بيانه هذا ولما كان من الممكن انشاء بسائط على سطوح مختلفة وبمواضع متنوعة رأينا لاجل السهولة ان نخصص كل بسيطة باسم تعرف به وتميز عن سواها

الفصل الاول

(فى بيان البسيطة الاستوائية)

(٣١) البسيطة الاستوائية هى ما كان سطحها عموديا على المرقم أى موازيا لخط الاستواء

واذ كانت السطوح السويعية كلها تمر بالمرقم فجميعها عمودية على سطح البسيطة المذكورة وبسبب ذلك يمكن رسمها بغاية السهولة فاننا لو فرضنا (هـ د) نصف النهار (شكل ١٢) و (م د) المرقم ورسمنا سطحها عموديا عليه فى نقطة (م) فيكون هذا السطح عموديا على جميع السطوح السويعية ويقطعها على خطوط عمودية على المرقم فى النقطة المذكورة وتصنع مع بعضها زوايا هى عين زوايا السطوح السويعية أى ٣٠ و ١٥ درجة لزوايا الساعات و ٣٠ و ٧٠ لزوايا انصاف الساعات كما تقدم وعلى هذا ذرسمنا على سطح البسيطة خطوطا مارة من نقطة (م) وصانعة مع بعضها زوايا مساوية

لهذين المقدارين قسّم الساعات وأنصاف الساعات والعمل في ذلك أن نرسم دائرة تما على سطح البسيطة ونعين ما يسمى خط الزوال (١٢) (١٢) وهو الفصل المشترك بين سطح الدائرة وبين السطح الرأسى المائل بالمرقم وخط نصف النهار (هـ د) ثم نقسم محيط الدائرة الى أقواس متساوية على ١٥ و ٣٠ و ٧٠ بالابتداء من نقطة (١٢) ونضع أرقاماً على نقط التقسيم لتدل على الاوقات وكيفية وضعها أن يقال حيث ان الشمس تحرك من اليمين الى اليسار فيتحرك ظل المرقم بعكس هذه الحركة أى من اليسار الى اليمين كما هو مبين في الشكل باتجاه السهم فعندما تصل الشمس الى نصف النهار يبقى ظل المرقم في النقطة (١٢) من جزء الدائرة الاسفل وبعد ذلك كلما حرت الشمس من سطح سويى يمر الظل على احدى نقط التقسيم التى على يسار النقطة (١٢) المذكورة فنضع حينئذ الأرقام ١ و ٢ و ٣ و وهلم جرّاً على هذه النقط فيعلم منها ساعة كل وقت

ومن المعلوم أن الشمس تكون مدة ستة شهور في جهة من خط الاستواء ومدة ستة شهور في الجهة الاخرى فعلى هذا لا يظهر ظل المرقم (م ل) على البسيطة الا مدة فصلى الربيع والصيف وأما مدة فصلى الخريف والشتاء فيحدث ظل للجزء (م ب) من المرقم على الجهة السفلى للبسيطة فلهذا السبب لابد من رسم دائرة على البسيطة من هذه الجهة مساوية للاولى ومنقسمة مثلها هذا وحيث ان الشمس توجد على خط الاستواء مدة يوم واحد فرعاً يظن أن في ذلك اليوم لا يحدث ظل على البسيطة مطلقاً لكن حيث ان قطرها أعظم جداً من سمك سطح البسيطة ففي اليوم المذكور يظهر للمرقم ظلال أحدهما فوق البسيطة والاخر تحتها

(في مزايا البساط الاستوائية)

(٣٢) أول مزية للبساط المذكورة هي أنها تصنع من معدن فيمكن استعمالها في أى محل كان ولكن في أثناء تركيبها يلزم غاية التأمل في وضع مرقها على استقامة محور العالم بالضبط وخطها الزوالى (١٢) (١٢) على نصف النهار ولها مزية أخرى مهمة وهي أن خطوط الساعات التى ترسم للبساط الاخرى تستبطن منها كما سترى

(في انشاء البسيطة الافقية بواسطة ظل شاخص رأسى غير ثابت)

(٣٣) اذا أسقطت بسيطة استوائية على سطح أفقى تحدث بسيطة أخرى تسمى بسيطة أفقية وقد ترك الكلام عليها أكثر من كتب في هذا الفن

لنفرض (ك ك') (شكل ١٣) مسقط نصف النهار على سطح أفقي ولناخذ محور
المساقط (د و) موازيا للمسقط المذكور فإذا فرضنا شاخصا عموديا على السطح الأفقي
في نقطة (م م') التي على الخط (ك ك') فسقطه الرأس يكون (د م) والنقطة (م)
تكون مسقط رأسه وبرسم المرقم (م و) من هذه النقطة ورسم (ح ح') عموديا
عليه يكون الأول محور العالم والثاني خط الاستواء فبإنشاء بسيطة استوائية على خط
الاستواء هذا بالطريقة المذكورة في مادة (٢١) وبإسقاطها على السطح الأفقي تحصل
على البسيطة الأفقية المطلوبة ولاجل ذلك نبتدئ بتعيين المساقط الرأسية لنقط ساعات
البسيطة الاستوائية بأن نقول حيث ان الخط (ح ح') هو خط الزوال أي الفصل
المشترك بين خط الاستواء ونصف النهار فإذا دورنا خط الاستواء حول هذا الفصل حتى
يصير موازيا لسطح المساقط الرأسية يكون مسقطه الرأس دائرة (ط و ح و ق')
المرسومة من المركز (م م') بنصف قطر مساو للبعد (م ح) ولوقسمنا محيط هذه الدائرة
بالابتداء من نقطة (ح ح') التي لم يتغير موضعها في أثناء التدوير الى أجزاء متساوية
على خمس عشرة درجة ووضعنا الأرقام ١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا على نقط
التقسيم تكون هذه النقط هي نقط ساعات البسيطة الاستوائية وبإعادة خط الاستواء
الى موضعه الأصلي تتحرك هذه النقط على دوائر عمودية على السطح الرأسية بأنصاف
أقطار مساوية للخطوط

(١١) و (٢٢) و (٣٣) و (٤٤) و وهكذا

وحيث ان هذه الخطوط عند ما يرجع خط الاستواء الى موضعه تكون عمودية على
محور المساقط الرأسية وموازية للسطح الأفقي فالنقط

١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا

هي اذن المساقط الرأسية لنقط الساعات المتقدم ذكرها
وأما مساقطها الأفقية فتعلم بتعيين المساقط الأفقية للخطوط

(١١) و (٢٢) و (٣٣) و (٤٤) و وهكذا

فلتكون هذه الخطوط موازية للسطح الأفقي تكون مساقطها عليه مساوية لاطوالها
الحقيقية وبناء على ذلك اذا أنزلنا أعمدة على مسقط نصف النهار (ك ك') من النقط
١ و ٢ و ٣ و ٤ و وهكذا

وأخذنا عليها من الجهتين الابعاد

$$١١ = ف١ = ١١ و ٢٢ = ف٢ = ١٠ و وهكذا$$

تكون هذه الابعاد هي المساط الافقية للخطوط المذكورة وتكون اذن النقط

$$١٢ ١١ ١٠ ٩ ٨ ٧ ٦ ٥ ٤ ٣ ٢ ١$$

المساطر الافقية لنقط الساعات المطلوبة وبوصلها بخط مستقيم يحدث قطع ناقص يكون المسقط الافقي لخط الاستواء اذ من المعلوم أن مسقط كل دائرة مائلة على سطح أفقي يكون قطعاً ناقصاً وقد بحثنا عن ابعاد هذا المنحنى بالنسبة للاستقامة العلية فوجدنا أن محوره الاسفر يكون (على فرض مساواة المحور الاكبر لواحد) مساوياً ٦٥٦١٢. وستتم الكلام على هذه البسيطة في المواد الآتية

(في بيان نقط المرقم التي ظلالها تدور على محيط دائرة البسيطة الاستوائية)

(٣٤) متى كانت البسيطة الاستوائية على هيئتها الاصلية فانها تدل على الاوقات بواسطة ظلال مرقها الذي على استقامة محور العالم ولكن اذا أسقطت على سطح أفقي نجد أن مرقها يسقط على الخط (ك ك) فيلزم حينئذ وضع مرقم آخر على هذا الخط بحيث تمر ظلاله بنقط الساعات المرسومة على القطع الناقص المتقدم ذكره فيستدل به على الاوقات المطلوبة وقبل الكلام على كيفية وضع هذا المرقم يلزمنا أن نلاحظ أن الشمس يرسمها دائرة حول مرقم البسيطة الاستوائية في أربع وعشرين ساعة نرى أن كل نقطة من هذا المرقم ترسم في تلك المدة دائرة على أى سطح يرسم عمودياً على المرقم المذكور فعلى ذلك لو اعتبرنا نقطة الظل التي ترسم محيط البسيطة الاستوائية في يوم ما ووصلناها بمركز الشمس لكان الخط الواصل يلاقى المرقم في النقطة المحدثة لنقطة الظل المفروضة وبمراقبة هذه النقطة في اليوم التالي وبفرض الشمس تتقارب من جهة الشمال نرى النقطة قد قربت من مركز دائرة البسيطة ويكون الظل الذي يمر على محيط الدائرة ناشئاً عن نقطة أخرى من نقط المرقم ويستفاد من ذلك أن نقط المرقم المحدثة للظل المعين للاوقات تختلف كل يوم من الشمال الى الجنوب وجميعها واقعة بين نقطتين نهايتين يمكن تعيينهما بالكيفية الآتية وهي أن نفرض أن الشمس في الانقلاب الصيفي وقت الزوال فبأخذ قوس (ح ط) (شكل ١٣) مساوياً لميلها الكلى الشمالى تكون نقطة (ط) موضعها على قبة السماء واذا وصلنا هذه النقطة بالمركز (م) يحدث خط (ط ط) يبين

منطقة البروج وحيث ان ظل المرقم في الوقت المفروض يكون على الخط (م ح) وعلى محيط دائرة البسيطة أيضا فهو اذن على نقطة تقاطعهما (ح) وبوصل هذه النقطة بموضع الشمس بأن نرسم خط (ح ب) موازيا لاتجاه دائرة البروج (ط ط) اذ نقطة (ط) على قبة السماء أى على بعد لا نهاية له نجد أن النقطة (ب) التي يتلاقى فيها هذا الخط (ح ب) بالمرقم هي النقطة التي تحدث الظل الواقع على (ح) في اليوم المفروض أى هي احدى النقطتين المطلوبتين

وكذلك اذا فرضنا أن الشمس في الانقلاب الشتوى وقت الزوال وفصلنا قوس (ح ق) مساويا لميلها الجنوبي الكلى فبعد موضعها في (ق) وبوصل (ق م) ورسم (ح ح) موازيا له يقطع المرقم في نقطة (ح) وهي النقطة التي تحدث الظل المار على المحيط في اليوم المفروض وهي النقطة الثانية المطلوبة

ويظهر مما ذكرناه اذا أريد تعيين النقطة المحدثة للظل المار بالمحيط في أى يوم كان ماعدا يومى الاقلايين يلزم أخذ ميل الشمس الجزئى لذلك اليوم فان كان شماليا يفصل قوس مساو له من فوق النقطة (ح) وان كان جنوبيا يفصل القوس من تحت هذه النقطة ثم يوصل رأس القوس بالمركز (م) ويرسم من نقطة (ح) خط مواز للخط الواصل فيلاقى المرقم في النقطة المطلوبة

واذا أريد تعيين المساقط الانقيصة لهاتين النقطتين (ب) و (ح) وما شاكلهما يكفى أن ينزل منها أعمدة على الخط (ك ك) فتكون مواقع هذه الأعمدة هي المساقط المذكورة وبذلك تكون (ب) و (ح) مسقطى نقطتى (ب) و (ح) وحيث ان نقط المرقم المحدثة للظلال المارة على محيط الدائرة محصورة بين نقطتى (ب) و (ح) كما قلنا فمساقط تلك النقط تكون محصورة أيضا بين المسقطين (ب) و (ح)

لفرض انه صار تعيين جميع هذه النقط فبنرض الشمس في الانقلاب الصيفى اذا رسمنا في أى وقت من ذلك اليوم سطحا يمر بها وبالخط المسقطى (ب ب) فيلاقى محيط البسيطة الاستوائية في نقطة تدل على الوقت المفروض وحيث ان هذا السطح عمودى على السطح الافقى فأثره عليه يمر بأثر الخط (ب ب) أى بالنقطة (ب) بحيث لو كان هذا الخط مجسما لدل ظله المار بنقطة (ب) المذكورة على الوقت المفروض وبالجملة بحيث ان الاثر الافقى للسطح المار بالخط (ب ب) أى ظل هذا الخط يتبع حركة الشمس ففى أثناء ما ترسم الشمس دائرة يومية يدور الظل المذكور دورة واحدة حول

محدثة (ب ب) وعبر بجميع نقط ساعات البسيطة فيمكن بواسطته معرفة أى وقت كان من ذلك اليوم ولكن لا يمكن ذلك في اليوم التالى لان ميل الشمس يكون قد تغير فيجب حينئذ استعمال مرقم آخر يمر بالنقطة المقابلة لليوم المذكور والعلّة في ذلك أن الشمس بتغير ميلها تنزل تحت نقطة (ط) فظل نقطة (ب) يقع خارجا عن دائرة البسيطة الاستوائية بحيث لو استعمل يومها ظل الخط (ب ب) لتشا عن ذلك خطأ فظهر فلهذا السبب يلزم تعيين جميع النقط التى بين (ب) و (ح) لجميع أيام السنة فيوضع المرقم كل يوم على النقطة المقابلة له

(ملحوظات)

(٢٥) نحن وان قلنا يلزم تعيين جميع النقط المقابلة لأيام السنة كلها الا أن ذلك يصعب في العمل اذ البعد (ب ح) صغير بالنسبة لعدد النقط اللازم تعيينها حيث ان نقط نصف السنة لا يتقص عددها عن مائة وثلاثة وثمانين فتكاد يختلط بعضها ببعض

ولهذا السبب يكتفى في العمل بتعين النقط المقابلة لأوائل الشهور أو لانصافها وفي بعض الاحيان لأوائل الاسابيع ولعلّكن في هذه الحالة يلزم أن قطر البسيطة الاستوائية أى محور القطع الناقص الاكبر يكون من ثلاثة أذرع الى ستة فلاجل تعيين النقط المقابلة لأوائل الاشهر مثلا تؤخذ ميل الشمس بالنسبة لأوائل الاشهر الرومية وعلى حسب كونها شمالية أو جنوبية تؤخذ أقواس مساوية لها من فوق النقطة (ح) أو من تحتها كما تقدم ثم يوصل رأس كل قوس بمركز الدائرة ويرسم من نقطة (ح) خط مواز للخط الواصل فيقطع المرقم في النقطة المطلوبة فتعين المساقط الافقية لجميع النقط الموجودة بهذه الكيفية وبالتأشير على كل منها باسم الشهر المتعلقة به يتم المقصود

(في كيفية وضع الشاخص العمودى وكيفية استعماله)

(٢٦) يلزم وضع الشاخص المذكور على البسيطة الافقية بحيث يتحرك في طرف ستة أشهر من النقطة (ب) الى النقطة (ح) (شكل ١٤) وفي طرف الاشهر الستة الاخرى من (ح) الى (ب) وللاجل ذلك يوضع مثلث مثل (ب هـ د)

يكون سطحه موازيا للافق وضلعه (ب د) في السطح الرأسى المار بالخط (ب ح)
 أى فى سطح نصف نهار الحمل ثم يؤخذ شاخص مثل (ل) فى رأسه حلقة يمكن
 تحريكها على الضلع (ب د) النافذ فيها

فلاستعمال هذا الشاخص على هذه الصورة يحرك الى أن يقع طرفه الاسفل على نقطة
 الخط (ب ح) المقابلة لليوم المطلوب اجراء العمل فيه أولمبدء الاسبوع أو الشهر
 على حسب ما يقتضيه تعيين النقط التى بين (ب) و (ح) ثم يرصد ظله على محيط
 القطع الناقص فيعلم الوقت المطلوب

هذا ويوجد فى مدينة ديثرون من بلاد فرنسا بسطة من هذا النوع موضوعة فى محل
 مستدير ونقط الساعات مينة فيها بنقط منحوتة فى الحجر الا أنه لا يوجد فيها شاخص
 مثل الشاخص المتقدم ذكره بل يجيى من يريد معرفة الوقت فيضع نفسه على نقطة
 نصف نهارها المقابلة لليوم الذى هو فيه ويدبر وجهه الى جهة الشمال فيقع ظله على
 محيط البسطة فى نقطة تدل على الوقت ولا يخفى ما يترتب على العمل بهذه الكيفية
 من التضمن وعدم الضبط

الطريقة الثانية

(فى كيفية رسم البسطة الافقية بطريق الحساب)

(٣٧) لما كانت الطريقة المتقدم ذكرها تستلزم عمليات رسم طويلة على سطح الارض
 ولا يخفى ما فى ذلك من الصعوبات العديدة ولا سيما اذا كان قطر البسطة الاستوائية من
 خمسة أذرع الى ستة فاسب أن نذكر طريقة اخرى حسابية محضة بأن نبصت عن فضلات
 ومرتببات نقط الساعات بالنسبة الى محورى القطع الناقص فنعتبر الفضلات (س) على
 المحور الاعظم والمرببات (ع) على الاصغر وبعد ذلك يمكن تعيين جميع النقط المذكورة
 بغاية السهولة كما هو معلوم وذلك مهما كان عرض البلد وعظم البسطة

(فى تعيين المرتببات ع)

(٣٨) لنفرض لاجل الاختصار نصف قطر دائرة البسطة الاستوائية (م ح = ن)

(شكل ١٣)

وزمن للاعدة

١١ و ٢٢ و ٣٣ و ٤٤ و و ٦٦

وهي

١ م و ٢ م و ٣ م و وهكذا

نرمز لها بالحروف ص وص وص و ... وهكذا نقصد في المثلثات المتقدم ذكرها

ص = تمام جيب ١٥°

ص = تمام جيب ٣٠°

ص = تمام جيب ٤٥°

ص = تمام جيب ٦٠°

ص = تمام جيب ٧٥°

ص = تمام جيب ٩٠°

وبما سبق يمكن تعيين نقطة ساعات البسيطة الاستوائية وأما نقط ساعات البسيطة
الافقية فقد ذكرنا كيفية تعيين مرتباتها وسندين فضلاتها في المادة الآتية

(في تعيين الفضلات من)

(٣٩) فضلات نقط ساعات القطع الناقص هي

(م ١٢) و (م ن) و (م ف) و وهكذا

ولنرمز لها بالحروف

س وس وس وس وس وهلم جرا

نحيث انها مساوية للابعاد

(م ل) و (م ن) و (م ف) و وهكذا

اذ خط (م ل) مواز لخط (م ١٢) يمكن تعيينها بواسطة المثلثات

(م ح ل) و (م آ ن) و (م ٢ ب) و وهكذا

ففي المثلث (م ح ل) مثلا نجد

$$\frac{م ل}{م ح} = \text{تمام جيب } (ح م ل)$$

أعني أن

$$\frac{ص}{م} = \text{تمام جيب } (ح م ل)$$

أما زاوية (ح م ل) فهي مكملة للزاوية (و م ل) أو (ب م ل) أعني أنها مكملة لعارض المحل. ومن المعلوم ان تمام جيب مكملة أى زاوية يعادل جيب هذه الزاوية فتؤول المعادلة الأخيرة الى هاته

$$ص = \text{جيب (العرض)}$$

وهو المطلوب

ولايجاد $ص$ يقال حيث انه يوجد في المثلث (م ا ن)

$$\frac{ن}{م} = \text{تمام جيب (مكملة العرض)}$$

أعني أن

$$\frac{ص}{م} = \text{جيب العرض}$$

وقد علمنا من المادة (٣٨) السابقة ان $م = ص = \text{تمام جيب } ١٥^\circ$ فبالتعويض تؤول تلك المعادلة الى اخرى بهذه الصورة

$$ص = \text{تمام جيب } ١٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

وبهذه الطريقة يكون

$$ص' = \text{تمام جيب } ٣٠^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$ص'' = \text{تمام جيب } ٤٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$ص''' = \text{تمام جيب } ٦٠^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

$$ص'''' = \text{تمام جيب } ٧٥^\circ \text{ جيب (العرض)}$$

فنجيد بواسطة هذه القوانين الفضلات المطلوبة وبذلك نكون عينا مراتبات وفضلات نقط الساعات فيمكن تعيينها هي أيضا

(في تعيين الابعاد من المركز على المحور الاصغر للنقط المتعلقة بايام مختلفة)

(٤٠) قد قلنا في مادتي (٣٤) و (٣٥) ان النقط التي يلزم وضع شاخص البسيطة عليها في ايام مختلفة موجودة على المرقم ما بين نقطتي (ب) و (ج) (شكل ١٣) فيمكن ايجاد المساقط الافقية لتلك النقط بمجرد الحساب وذلك بان نبعث عن ابعاد المساقط المذكورة من مركز القطع الناقص

نفرض الشمس في الانقلاب الصيفي فالنقطة المتعلقة بذلك اليوم تكون (ب) ويكون
 مسقطها الافقي (ب') وبعده من المركز (م ب') فلتعيين هذا البعد نقول انه يساوي
 البعد (ل م) الذي هو عبارة عن مسقط (م ب) أما (م ب) هذا فيعلم من المثلث
 (ح م ب) القائم الزاوية الذي زاويته (ب ح م) تساوي ميل الشمس وضلعه (ح م)
 يساوي (ح) لانه نصف قطر البسيطة الاستوائية فيحدث

$$م ب = ح مماس (ميل الشمس)$$

واذا اعتبرنا المثلث (ب م ل) نجد (ل م) لان

$$ل م = م ب \times تمام جيب (عرض البلد)$$

فيوضع قيمة (م ب) فيحدث

$$ل م أعني م ب' = ح مماس (الميل) تمام جيب (العرض)$$

وهو المطلوب

ويعلم مما تقدم أنه يمكن في أول كل شهر أو كل جمعة تعيين الابعاد المذكورة ولاجل
 ذلك يكنى معرفة ميل الشمس المقابل لليوم المفروض ولكن يلزم التنبيه الى كون
 الميل المذكور شماليا أو جنوبيا فان كان شماليا يكون البعد موجبا فيؤخذ على
 الاتجاه (ب' م) وان كان جنوبيا توضع علامة (-) امام مماس الميل فيكون
 البعد المذكور سالبا ويؤخذ على الاتجاه (م ح) :

هذا ودونك جدولاً يشعل ميل الشمس المقابلة لاوائل اشهر سنة ١٢٨٠ من السنة المالية العثمانية وكذا الايام التي توجد فيها الشمس في الانقلابين مع ميلها وقتئذ فيمكن استعمال هذا الجدول لاية سنة كانت

سنة ١٢٨٠	الايام	الميل الشمسي	ثانيه دقيقه درجه	
مارث	١	١٢-	٤٢	٢
نيسان	١	٢٢+	١٤	٩
مايس	١	٥٦+	٣٠	١٨
حزيران	١	٢+	١٥	٢٣
تموز	١	٢٧+	٤٦	٢١
اغستوس	١	٤+	٣٢	١٤
ايلول	١	٢٨+	٣٦	٣
تشرين الاول	١	٢-	٥٨	٧
تشرين الثاني	١	٢٦-	٧	١٨
كانون الاول	١	٤-	١٢	٢٣
كانون الثاني	١	١٩-	٣٣	٢١
شباط	١	٥٥-	٢٩	٣
مارث	٨	٠٠	٠٠	٠٠
حزيران	٩	٢٥+	٢٧	٢٣
ايلول	١٠	٠٠	٠٠	٠٠
كانون الاول	٩	٢٥-	٢٧	٢٣

(في الابعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة الافقية في الاستانة العالية)
 (٤١) الابعاد التي يلزم أخذها لرسم البسيطة المذكورة في الاستانة العالية يمكن استخراجها من القوانين السابقة وذلك بأن يفرض فيها نصف قطر البسيطة الاستوائية أن نصف المحور الاكبر لا تقطع الناقص مساوياً للواحد أعني أن $(r = 1)$
 ويفرض عرض المحل ١٦° و ٤١° ويؤخذ ميل الشمس من الجدول المتقدم ذكره

بالنسبة لاول كل شهر وللانقلابين ثم تحمل القوائين المذكورة فتعلم الفضلات (س) والمرتبات (ع) والابعاد المركزية ودونك جدولاً يشتمل على نتيجة هذه العملية
نقط الساعات فضلاتها (س) مرتباتها (ع)

١٢	٠,٦٥٦١٢	٠,٠٠٠٠٠
١	٠,٦٢٢٧٦	٠,٢٥٨٨٢
٢	٠,٥٦٨٢٢	٠,٥٠٠٠٠
٣	٠,٤٦٢٩٥	٠,٧٠٧١١
٤	٠,٣٢٨٠٦	٠,٨٦٦٠٣
٥	٠,١٦٩٨٢	٠,٩٦٥٩٤
٦	٠,٠٠٠٠٠	١,٠٠٠٠٠

الاشهر	أيامها	ابعاد موقع الشاخص عن النقطة المركزية
مارث	١	٠,٣٥٦٣-
نيسان	١	٠,١٢٢٨١+
مايس	١	٠,٢٥٢٧٣+
حزيران	١	٠,٣٢٤٢٣+
تموز	١	٠,٣٠١٤٥+
اغستوس	١	٠,١٩٥٦٥+
ايلول	١	٠,٠٤٧٥٨+
تشرين الاول	١	٠,١٠٥٧١-
تشرين الثاني	١	٠,٢٤٧٠١-
كانون الاول	١	٠,٣٢٣٤٦-
كانون الثاني	١	٠,٢٩٨١١-
شباط	١	٠,١٨١١٦-
مارث	٨	٠,٠٠٠٠٠
حزيران	٩	٠,٣٢٧٤٦+
ايلول	١٠	٠,٠٠٠٠٠
كانون الاول	٩	٠,٣٢٧٤٦-

فبعد انعام هذا الحساب ولانشاء البسيطة المذكورة في أية محل كان من الاستانة العلية يتبدأ بتعيين نصف النهار ويرسم على سطح البسيطة ثم يرسم خط عمودي عليه في السطح المذكور فيكون هذا العمود هو المحور الاكبر للقطع الناقص ثم يؤخذ هذان الخطان محورين للاحداثيات فيصير تعيين الفضلات (س) على المحور الاصغر والمرتبات (ع) على المحور الاكبر وأما كيفية حساب مقادير الفضلات والمرتبات فهي أن تقيس طول نصف المحور الاكبر بالذراع مثلا ونضرب أرقام الجدول في قيمته فنكون قد حولت تلك الأرقام الى أذرع فنأخذ بواسطة هذا المقياس جميع المقادير اللازمة أخذها على المحورين حتى نعين جميع نقط الساعات فنرسم بعد ذلك القطع الناقص ونقط المرقم الواقعة على محور الاصغر

(في انشاء البسيطة الافقية الثابتة في محل أو غير الثابتة فيه بواسطة

مرقم ثابت أو شاخص عمودي أولوحة مثقوبة ثابتين)

(٤٢) لترسم نصف النهار (ب م) (شكل ١٥) على السطح المراد انشاء البسيطة عليه فإذا فرضنا نقطة (م) الاثر الافقي للمرقم فتسمى هذه النقطة مركز البسيطة ولناخذ للمساقط الرأسية سطحا يكون موازيا لسطح نصف النهار وليكن (م م) المسقط الرأسى لنقطة (م) فإذا رسمنا الزاوية (ب م م) على الخط الافقى (م م) مساوية لعرض البلد ثم عينا نقطة (ب) التي هي المسقط الرأسى لرأس مرقم البسيطة يكون خط (ب م م) المسقط الرأسى للمرقم المذكور ويكون (ب م م) مسقطه الافقى

وإذا قد فرضنا مركز البسيطة في (م) فن البديهي انه يمكن بيان الساعات اما بواسطة ظل المرقم (ب م م) واما بواسطة ظل رأس الشاخص العمودي في نقطة (ب م م) وطوله يعادل (ب م م) واما بواسطة الضوء المار بثقب لوحة موضوعة على رأس الشاخص المذكور فاية طريقة كانت من هذه الطرق الثلاث يمكن استعمالها اذا رسمنا سطحا عموديا على المرقم (ب م م) فهذا السطح يكون ضرورة عموديا على سطح المساقط الرأسية ويكون اذن أثره الرأسى (ب م م) عموديا على (ب م م) وأثره الافقى (ب م م) عموديا على خط الارض (م م د) ولما كان السطح المذكور بالنظر لموضعه عبارة عن سطح الاستواء فلاجل ذلك يسمى أثره الافقى (ب م م) بمعدل النهار لان يوم تساوى الليل بالنهار يمر ظل رأس الشاخص على الخط المذكور من الصباح الى المساء بدون انحراف

فبناء عليه وعلى ما تقدم في مادة (٣١) إذا أردنا توليد البسيطة الأفقية من البسيطة الاستوائية بتعيين الأسماء الأفقية للسطوح السويعية أى خطوط الساعات يلزمنا أن ندور سطح الاستواء حول معدل النهار (ح ح') المذكور حتى ينطبق على الأفق ثم نرسم عليه بسيطة استوائية ونعد خطوط ساعاتها إلى أن تلاقى معدل النهار فتكون نقط هذا التلاقى جميعها نقطة من الأسماء الأفقية للسطوح السويعية وحيث أننا نعلم نقطة مشتركة بين جميع الأسماء المذكورة وهى نقطة (م) التى هى مركز البسيطة فإذا وصلنا هذه النقطة إلى جميع النقط الأخرى نكون قد رسمنا خطوط الساعات المطلوبة

(فى كيفية العمل)

كيفية تدوير سطح الاستواء المار ذكره هى أن نرسم قوس دائرة (ب د) من النقطة (ح) بنصف قطر يساوى البعد (ح ب) ثم ننزل من نقطة (د) العمود (د ب') على نصف النهار فيلأقيه فى النقطة (ب') التى تكون موضعا لرأس الشاخص الذى فى (و) حينما يدور سطح الاستواء حول معدل النهار وينطبق على سطح الأفق ثم من نقطة (ب') نرسم نصف الدائرة (ب' ح' ٦) بنصف قطر حينما اتفق ونقسم محيطها بالابتداء من النقطة (ح) إلى اثني عشر قسما متساوية فيكون كل قسم خمس عشرة درجة ثم نصل من نقط التقاسيم إلى مركز نصف الدائرة بخطوط مستقيمة ونعدها إلى أن تقطع معدل النهار فى النقط ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ ثم نصل هذه النقط بمركز البسيطة (م) فتحدث خطوط الساعات المطلوب رسمها

(فى تحديد أطوال خطوط الساعات)

إن أطوال خطوط الساعات تتعلق بنوع المرى المستعمل فى البسيطة وقد بينا أنواعه فى مادتي (٨) و (٢٤) فإذا استعملنا ظل المرقم أى ظل الضلع (ب م') من المثلث (م' ب' ب) فهما كان مقدار هذا الظل فانه يمر دائما من مركز البسيطة (م) ويمتد على اتجاه خط مستقيم فى هذه الحالة يمكن أخذ خطوط الساعات على أى بعد كان من النقطة (م) هذا إذا استعملنا مرقما وأما إذا استعملنا شاخصا عموديا أو لوحة مثقوبة بحيث إن ظل رأس الشاخص أو الضوء المار من الثقب لا يقع خارجا عن

المختصين المظلمين المرسومين في يومى الانقلابين يمكن الاستغناء في هاتين الحالتين
برسم أقسام خطوط الساعات الواقعة بين المختصين المذكورين وسنذكر كيفية ذلك
بعد

(في كيفية وضع الأرقام)

ان خط نصف نهار البسيطة يدل على الساعة ١٢ أو الساعة صفر كما تقدم ذلك
في الملاحظة (٣١) وأما أرقام الخطوط الأخرى فتوضع عليها بالابتداء من خط الزوال
بحيث تكون متزايدة في الجهة الشمالية من اليسار إلى اليمين أى بعكس حركة
الشمس

(في إجراء الرسم المذكور بطريقة أخرى)

(٤٣) ان إنشاء البسيطة الأفقية بالكيفية المتقدم ذكرها أى باستعمال سطح
المساكن الرأسية يستلزم أن يكون سطحها ذا عرض وطول عظيمين فلذلك ينبغي لنا
أن نذكر طريقة أخرى وهى أن ندور الشاخص أو المرقم حول مسقطه الأفقى (م)
حتى ينطبق على سطح البسيطة ولاجل ذلك نقيم من نقطة (ن) على خط (م ع)
العمود (ن ب) مساويا لطول الشاخص المقروض فى (ن) وحيث اتساو وصلنا
نقطتى (ب) و (م) بخط مستقيم نجد موضع المرقم على السطح الأفقى ويصنع مع
(م ع) زاوية مساوية لعرض البلد فإذا رسمنا من (ب) خطا يصنع مع (م ع)
زاوية تعادل تمام عرض البلد المذكور يكون هذا الخط عموديا على اتجاه المستقيم
(ب م) الذى لم يرسم ويقطع (ب م) فى نقطة (ح) ويجعل هذه النقطة مركزا ورسم
قوس دائرة على عيين النقطة (ح) ينصف قطر مساو للطول (ب م) فنجد النقطة
(ب) فبعد ذلك نقيم فى نقطة (ح) عمودا على نصف النهار يكون هو معدل النهار
ونرسم نصف دائرة من (ب) ونجربى تنسيم محيطها ونتم العمل كما تقدم ذكره

(في كيفية الرسم على سطح محدود بدون خروج عنه)

(٤٤) يمكن بالطريقة المتقدمة ان يرسم البسيطة الأفقية على سطح محدود ولكن
لايتأتى ذلك فى جميع السطوح بل فى بعضها دون البعض الآخر مثل المستطيل
المقروض فى (شكل ١٦) فلهذا رأينا أن نذكر طريقة بها يمكن الرسم على أى سطح
محدود ونذكر معها ثلاث نظريات مهمة

ليكن (م) مركز البسيطة و (م ع) نصف نهارها ولترسم خط (م ب) بحيث يصنع

مع (م ع) زاوية مساوية لعرض البلد فيكون (م ب) هو مرقم البسيطة وإذا أمكننا عليه العمود (ب ح) من النقطة (ب) يتلاقى هذا العمود مع نصف النهار في (ح) ويرسم (ف ف) عموديا على نصف النهار المذكور من النقطة (ح) يكون هذا العمود هو معدل النهار ثم نجعل نقطة (ح) مركزا ونرسم القوس (ب ب) من جهة يسارها حتى لا يخرج ذلك القوس عن حدود المستطيل فنجد النقطة (ب) التي هي مركز البسيطة الاستوائية ونرسم من هذه النقطة نصف دائرة بحيث لا يخرج عن المستطيل ونقسم محيطها الى اثني عشر جزءا ونصل من المركز (ب) الى نقط التقاسيم بخطوط مستقيمة ونعدها الى أن تلاقى معدل النهار فإذا وصلنا نقط التلاقى هذه بمركز البسيطة (م) نجد خطوط الساعات المطلوبة ولكن لما كانت نقط التلاقى لا تزيد عن ثلاث أو أربع كما يظهر من الشكل وكان الباقي بالضرورة يقع خارج المستطيل كان من المتعذر رسم أكثر من ثلاثة خطوط أو أربعة من خطوط الساعات مثل (م ٢) و (م ١) و (م ١١) و (م ١٠) فبازم لأجل رسم باقي الخطوط استعمل إحدى النظريات الثلاثة الآتية

(النظرية الأولى)

(٤٥) قد أمكننا بالطريقة المذكورة في المادة السابقة رسم خطوط الساعات ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ (شكل ١٦) ولم يمكننا رسم الخطوط الباقية أي خطوط الساعات ٣ و ٤ و ٥ و ٦ ولا المقابلة لها ٩ و ٨ و ٧ و ٦ فللوصول على ذلك نقول

أما الخطان (م ٦ و م ٦) فلتعيينهما نلاحظ أن النقطتين (٦ و ٦) يدلان على موضعي الشمس البعيدين من نصف النهار بتسعين درجة فهما إذن متناظرتان على جانبي نصف النهار المذكور وموجودتان على الخط المرسوم من (م) موازيا لمعدل النهار (ف ف) فبناء على هذا إذا رسمنا من نقطة (م) مستقيما موازيا للمعدل المذكور يحدث خط مابين الساعتين المذكورتين (٦ و ٦) ولزيادة الإيضاح نرجع الى الشكل السابق فترى فيه خط الساعات (٦ و ٦) للبسيطة الاستوائية يقطع معدل النهار فيما لانهية له فبقتضى هذا يلزم أن خط البسيطة الافقية المقابل لذلك الخط يقطع معدل النهار فيما لانهية له أيضا أعني أن يكون موازيا له

وأما خطوط الساعات الأخرى ٣ و ٤ و ٥ فتعيينها نرسم من نقطة البسيطة الاستوائية الدالة على هذه الأعداد سطوحاً موازية لسطح نصف النهار فكل واحد من هذه السطوح يقطع سطحا من سطوح ساعات البسيطة الأفقية على خط مستقيم مواز للمرقم والآثار الأفقية لجميع هذه الخطوط أى الفصول المشتركة بين السطوح المذكورة تكون هي النقطة التي يمر بها ظل المرقم في الساعات المقابلة لكل واحد من تلك السطوح فإذا هينا هذه الآثار ووصلنا بينها وبين مركز البسيطة م بخطوط مستقيمة نكون قد رسمنا خطوط الساعات المطلوبة ولاجل ذلك يلزمنا ابتداء تعيين المساط الأفقية للفصول المشتركة المتقدم ذكرها فنقول

حيث أن السطوح التي نريد رسمها هي موازية لسطح نصف النهار وبالضرورة عمودية على الأفق يلزم أن نمر أترانها من نقط الساعات المعلومة وتصير موازية جميعها لنصف النهار (ع م) فتكون هذه الآثار هي المساط الأفقية للفصول المشتركة لأن السطوح المذكورة هي عبارة عن السطوح المسطوية لتلك الفصول المشتركة وحيث أننا طبقنا البسيطة الاستوائية على سطح الأفق فإذا رسمنا من نقطة محيطها ٣ و ٤ و ٥ الخطوط ٣٣ و ٤٤ و ٥٥ موازية لنصف النهار (ع م) تكون هذه الخطوط هي المساط الأفقية للفصول المشتركة وأما مساطها الرأسية فحيث كانت تمر من المساط العمودية لنقط ساعات البسيطة الاستوائية وصككات موازية لمسقط المرقم فإذا أنزلنا من النقط ٣ و ٤ و ٥ خطوطاً عمودية على خط الأرض (ع م) ثم نقلنا مواقعها على خط (ع ب) بواسطة أقواس دوائر نجد النقط ٣ و ٤ و ٥ التي هي عبارة عن المساط العمودية لنقط ساعات البسيطة الاستوائية وإذا رسمنا منها خطوطاً موازية للمرقم (ب م) نجد المساط العمودية للفصول المشتركة وإذا كان كل واحد من المساط المذكورة يقطع خط الأرض في نقطة معلومة فإذا رسمنا من تلك النقط خطوطاً عمودية على خط الأرض المذكور فإنها تقطع الخطوط ٣٣ و ٤٤ و ٥٥ في النقط ٣ و ٤ و ٥ ونكون هي الآثار الأفقية المطلوبة لتلك الفصول المشتركة وإذا رسمنا بعد ذلك من النقط ٩ و ٨ و ٧ خطوطاً موازية لنصف النهار ومددنا الأعمدة المتقدم ذكرها إلى جهة هذه النقط تحدث النقط ٩ و ٨ و ٧ التي هي الآثار الأفقية المقابلة لنقط الساعات ٩ و ٨ و ٧ فيوصل جميع هذه الآثار الستة بالمركز (م) نجد الخطوط

(٥م) و (٤م) و (٣م) و (٩م) و (٨م) و (٧م)

وهي خطوط ساعات البسيطة الافقية المبعوث عنها

(النظرية الثانية)

(٤٦) اذا أمكن رسم سبعة خطوط ساعات متوالية على سطح البسيطة بالكيفية

المتقدم ذكرها يمكن رسم الخطوط الاخرى بغاية السهولة بالطريقة الآتية

وهي أن نقرض في (الشكل ١٧) أن الخطوط

٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣

تكون قد رسمت على سطح البسيطة بالطريقة المذكورة في المادة (٤٤) فلرسم

الخطوط الاخرى نرسم الخط (ل و) موازيا لخط (٩م) ثم نجعل نقطة تقاطعه (ب)

بالخط (٣) مبدأً وناخذ عليه منها

بعد ب ح = ح ب ح

وبعد ب د = د ب د

وبعد ب ه = ه ب ه

فتكون النقط ح د ه نقاطا من نقط خطوط الساعات ٤ و ٥ و ٦ فيوصلها بالمركز (م)

وابراء كل هذه العدة في الجهة الاخرى من المركز المذكور نجد الخطوط الباقية

للمطابقة وهي

(٤م) و (٥م) و (٦م) و (٨م) و (٧م) و (٦م)

وحيث ان خطي (٦م و ٦م) هما على استقامة واحدة عمودية على نصف النهار

فوجودهما بهذه الحالة بعد العماية يكون دليلا على صحتها

والبرهنة على ما تقدم نقول ان الخط (ل و) الذي رسمناه بالكيفية المذكورة يمكن

اعتباره أثرا أفقيا لسطح مواز لسطح (٩م) وأما هذا السطح (٩م) فاذ كان بينه

وبين السطح (٣م) ست ساعات يكون عموديا عليه فالسطح الذي أثره (ل و)

عمودي أيضا على (٣م) وعلى ذلك فجميع الفصول المشتركة بين سطوح ساعات

البسيطة وهذا السطح (ل و) موازية للمرقم بحيث تكون الآثار الافقية لتلك

الفصول موجودة على الخط (ل و) واذا كان من الواضح أن كل اثنين منها متناظران

بالنسبة للنقطة (ب) فاذا أخذنا بعد (ب ح = ح ب ح) وبعد (ب د = د ب د)

وبعد (ب ه = ب ه) نجد النقط (ح و د ه) التي هي آثار أفقية لخطوط مستقيمة موازية للمرقم وموجودة في أسطح الساعات المقابلة لها حيث كان من الضروري وجود هذه النقط على الآثار الأفقية لسطوح الساعات المذكورة فيوصلها بالمركز (م) تحدث ضرورة خطوط الساعات المطلوبة

(النظرية الثالثة)

(٤٧) أكثر ما تكون السطوح التي ترسم عليها البسائط ذوات اشكال مستطيلة في هذه الحالة وان كان يمكن رسم خطوط الساعات المجاورة لخط الساعة السادسة بالطرق المتقدمة ذكرها الا أنه يرجح استعمال الطريقة الآتية وهي أن يلاحظ ابتداء أنه لا يمكن رسم الخطوط (١٠ و ١١ و ١٢ و ١) (شكل ١٨) المقروض أنها تقطع معدل النهار على سطح البسيطة بلزم أن يتقرب محل مخصوص لمعدل النهار المذكور بالنسبة لمحل تدوير البسيطة الاستوائية فلتفرض مركز هذه البسيطة في (ب) ولترسم خطوط ساعاتها فيلزم رسم معدل النهار (ف و) بحيث أنه يقطع من كل جهة من نصف النهار خطين منها فهذه الواسطة يمكن تعيين الخطوط الاربعة (١٠م) و (١١م) و (١٢م) و (١م) وأما الخطوط الباقية فلتعينها نأخذ النقطة (ه) التي هي نقطة تقاطع الخط الأخير (٢م) بمعدل النهار ونرسم منها الخط (ه ص) موازيا لنصف النهار

ثم بعد ذلك نرسم خطوط ساعات البسيطة الاستوائية (ب ٣ و ب ٤ و ب ٥) ونعدها الى أن تلاقى الموازي المذكور (ه ص) في النقط (د ح ل) ثم من هذه النقط نرسم الخطوط (د د) و (ح ح) و (ل ل) موازية لمعدل النهار الى أن تقطع الخط (ب ه) في (د ح ل) ثم نرسم منها الخطوط (د د) و (ح ح) و (ل ل) موازية للنقط (ه ص) حتى تلاقى الخط (م ه) ثم من النقط (د و ح و ل) نرسم (د د) و (ح ح و ل ل) موازيات لمعدل النهار فتقطع (ه ص) في النقط (د و ح و ل) التي اذا وصل منها الى المركز (م) تحدث خطوط الساعات ٣ و ٤ و ٥

وبما تقررت عرفت كيف يمكن انشاء البسيطة في سطح محدود ولتثبت الآن ههنا ما ذكره بالبرهان وهو مبني على أن كل خط من خطوط ساعات البسيطة الأفقية يلاقى

الخط المقابل له من البسيطة الاستوائية في نقطة واحدة على معدل النهار فالخط (م ٢) مثلا يلاقى الخط (م ٣) في نقطة (و) على معدل النهار (ف هـ)

(في اثبات العمل المذكور)

لنفرض (م ط) نصف النهار (شكل ١٩) و (ط و) معدله و (ب و) خط الساعة (٢) من البسيطة الاستوائية و (م و) الخط المقابل له من البسيطة الافقية ولناخذ نقطة ما (هـ) على معدل النهار ونصل منها الى نقطة (ب) و (م) ثم نرسم (هـ ص) موازيا لنصف النهار (ط م) فيقطع خط الساعة (٣) من البسيطة الاستوائية في نقطة (د) و يرسم (د د') موازيا لخط (ط و) يقطع (ب هـ) في نقطة (د') فنرسم منها خط (د ح') موازيا لنصف النهار (ط م) فيلاقى (هـ م) في نقطة (د') ولترمز بالحرف د' لنقطة تقاطع الخطين (هـ ص) و (م و) ونصل بين (د' و د') بخط مستقيم فنقول ان هذا الخط مواز لخط (ط و) أو عمود على (هـ ص) فان أمكننا أن نبرهن على ذلك نكون قد أثبتنا أن موقع العمود النازل من نقطة (د') على (هـ ص) يوجد على خط من خطوط ساعات البسيطة الافقية بحيث لو وصلنا من الموقع المذكور الى المركز (م) بخط مستقيم يحدث الخط المذكور ويقطع الخط المقابل له من البسيطة الاستوائية في نقطة على معدل النهار ويكون هو المطلوب بيانه

أما البرهان على ما قيل فهو أنه يحدث من تشابه المثلثات ان

$$\frac{م ط}{د ه'} = \frac{ط و}{هـ و}$$

$$\frac{ب ط}{د ه'} = \frac{ط و}{هـ و}$$

ومنها

$$\frac{م ط}{د ه'} = \frac{ب ط}{د ه'}$$

$$\frac{م ط}{ب ط} = \frac{د ه'}{د ه'}$$

أو

ويحدث أيضا

$$\frac{م ط}{ب ط} = \frac{د ه'}{د ه'}$$

أوجعارنة هاتين المعادلتين

$$\frac{د ه}{د ه} = \frac{د ه}{د ه}$$

أما $د ه = د ه$ فاذن $د ه = د ه$ وحيث ان الشكل (د ه د ه) مستطيل فالضلع $د ه$ عمود على الضلع $د ه$ أى على الخط (د ه ص) وهو المطلوب فقد ظهر لك بهذا البرهان صحة التطريبات المذكورة

(فى رسم البسيطة الافقية بواسطة الحساب)

(٤٨) ان القواعد التى ذكرناها فيما تقدم وان كانت فى الواقع كافية لرسم البسيطة الافقية الا أن العمل بها يستدعى آلات هندسية ورسم خطوط كثيرة يصعب رسمها على سطح الارض فنحن لهذه الصعوبات قد التزمنا بذكر طرق اخرى حسابية يسهل العمل بمقتضاها

ليكن (ب د) (شكل ٢٠) مرقم البسيطة الافقية و (ب د) نصف نهارها و (د ك) معدل النهار و (د ح) خط زوال البسيطة الاستوائية ثم يقال لو علمنا خطا اخر (د) من خطوط ساعات البسيطة الاستوائية المذكورة فالخط المقابل له فى البسيطة الافقية يتر ضرورة بالنقطة (د) ولكن من حيث ان (د ح) مجهول فيمكننا أن نبحث عن مقدار الزاوية (هـ) أو البعد (د ح) ففى وجدنا أحدهما يمكننا رسم الخط (ب د) وعلى ذلك ففى علمنا الزوايا الحادثة بين خطوط ساعات البسيطة الافقية ونصف نهارها أو الأبعاد التى تقطع عليها تلك الخطوط معدل النهار باعتبارها من النقطة (د) أمكننا ان نرسم البسيطة ونترجح الطريقة الاولى فانها لا تستلزم الا رسم زوايا بخلاف الثانية فانها تستلزم قياس ابعاد مختلفة

(فى كيفية حساب أبعاد معدل النهار وزوايا الساعات)

(٤٩) اذا اعتبرنا المثلث (د ح د) قائم الزاوية (شكل ٢٠) نجد فيه أن

$$د ه = د ح د ه ماس (هـ)$$

وفى المثلث (د ب د)

$$د ح = د ب د جيب (ع)$$

(بفرض ع عرض البلد) فيأبدال كمية د ع بما يساويها يحدث

$$د = ب = مماس (هـ) جيب (ع) \quad (١)$$

فبواسطة هذا القانون يمكن تعيين جميع الأبعاد المقابلة لخطوط الساعات وخطوط ارباع الساعات فلاجعل تعيين خطوط الساعات يلزم ابدال الزاوية (هـ) بالأعداد ١٥ و ٣٠ و ٤٥ و وهكذا وللاجعل تعيين خطوط ارباع الساعات تبدل

بالأعداد ٤٥ و ٣٠ و ١٥ و ٧ و ١٠ و ١١ وهلم جزاً

ثم لاجعل معرفة الزاوية (هـ) نلاحظ أن المثلث القائم الزاوية (د ح ب) فيه

$$د = ب = مماس (هـ)$$

وبالمقارنة بالمعادلة (١) يحدث

$$مماس (هـ) = مماس (هـ) جيب (ع) \quad (٢)$$

فبواسطة هذا القانون يمكن استخراج الزاوية (هـ)

وقد حسبنا بواسطة القانونين (١) و (٢) الأبعاد والزاوية المقابلة لارباع الساعات

بالنسبة للاستتارة العالية التي عرضها ١٦° و ٠° و ١° و حررنا بها الجدول الآتي

ولكن فرضنا في الحساب ان البعد بين مركز البسيطة الافقية ومعتل نهارها يساوى

واحدا أعني أن (ب د = ١) فإذا أعطى لهذا البعد مقداراخر في أثناء العمل

سواء كان بالأصابع أو بالأذرع يلزم ضرب الأعداد الموضوعة في خانة (إبعاد معدل النهار)

في ذلك المقدار

قبل الزوال			بعد الزوال		إبعاد معدل النهار لزوايا خطوط الساعات		
دقيقة	ساعة		دقيقة	ساعة	يعني د	يعني هـ	
٠٠	٢١	٠٠	٠٠	٠	٠,٠٠٠٠٠٠	٠٠	٠
٤٥	١١	٠	١٥	٠	٠,٠٤٣٠٠	٢٧	٢
٣٠	١١	٠	٣٠	٠	٠,٠٨٦٢٨	٥٦	٤
١٥	١١	٠	٤٥	٠	٠,١٣٠٦٠	٢٦	٧
٠٠	١١	١	٠٠	١	٠,١٧٥٨١	٥٨	٩
٤٥	١٠	١	١٥	١	٠,٢٢٢٧٢	٢٣	١٢
٣٠	١٠	١	٣٠	١	٠,٢٧١٧٧	١٢	١٥
١٥	١٠	١	٤٥	١	٠,٢٢٢٥٦	٥٥	١٧
٠٠	١٠	٢	٠٠	٢	٠,٢٧٨٨١	٤٤	٢٠
٤٥	٩	٢	١٥	٢	٠,٤٣٨٤٠	٤٠	٢٣
٣٠	٩	٢	٣٠	٢	٠,٥٠٣٤٦	٤٣	٢٦
١٥	٩	٢	٤٥	٢	٠,٥٧٥٤٠	٥٤	٢٩
٠٠	٩	٣	٠٠	٣	٠,٦٥٦١٢	١٦	٣٣
٤٥	٨	٣	١٥	٣	٠,٧٤٨١٦	٤٨	٣٦
٣٠	٨	٣	٣٠	٣	٠,٨٥٥٠٧	٣١	٤٠
١٥	٨	٣	٤٥	٣	٠,٩٨١٩٥	٢٨	٤٤
٠٠	٨	٤	٠٠	٤	١,١٢٢٧٠	٢٩	٤٨
٤٥	٧	٤	١٥	٤	١,٢٣٠٥٠	٤	٥٢
٣٠	٧	٤	٣٠	٤	١,٥٨٤٠٠	٤٤	٥٧
١٥	٧	٤	٤٥	٤	١,٩٣٢٩٠	٤٨	٦٢
٠٠	٧	٥	٠٠	٥	٢,٤٤٨٥٠	٤٧	٦٧
٤٥	٦	٥	١٥	٥	٢,٢٩٨٥٠	٨	٧٣
٣٠	٦	٥	٣٠	٥	٤,٩٨٣٧٠	٣٩	٨٧
١٥	٦	٥	٤٥	٥	١٠,٠١٠٤٠	١٧	٨٤
٠٠	٦	٦	٠٠	٦	٠٠,٠٠٠٠٠	٠٠	٩٠

الفصل الثاني

(في البساط العمودية)

(٥.) البساط العمودية هي التي ترسم على سطوح رأسية ولهذه السطوح بالنسبة لسطح نصف نهار المحل ثلاثة أوضاع لانها اما ان تكون عمودية عليه أو موازية له أو متقاطعة معه على زاوية حادة ومنبثت عن انشاء البساط العمودية بالنسبة لكل وضع

من هذه الاوضاع وتميز بعضها من بعض سميناها على الترتيب المذكور بالسطح الرأسى الاول والسطح الرأسى الثانى والسطح الرأسى الثالث

(فى بيان بسيطة السطح الرأسى الاول)

(٥١) اذا كان السطح المراد انشاء البسيطة عليه عموديا على سطح نصف النهار فلا شك ان اتجاهه يكون نفس اتجاه خط الشرق والغرب ويكون خط نصف نهار البسيطة هو الخط الرأسى النازل من مركزها وبذلك يسهل رسمه لانا لو فرضنا خطا مستقيما موضوعا على سطح البسيطة ومتجها على اتجاه محور العالم يكون هذا الخط عبارة عن مرقم البسيطة واذا امتد هذا المرقم فلا ريب انه يلاقى السطح الافقى الراكز عليه سطح البسيطة العمودية وحيث ان السطح المار بهذا المرقم عموديا على الافقى هو نفس سطح نصف النهار فأنه الرأسى وأثره الافقى يقصدان فى خط واحد عمودى على خط الارض فيصددت مثلث قائم الزاوية قاعدته الخط المذكور وهو عبارة عن خط نصف نهار البسيطة الافقية وارتفاعه خط نصف نهار البسيطة العمودية ووتره المرقم المقروض

ولما كانت الزاوية الحادثة بين هذا الوتر ونصف النهار الافقى عبارة عن عرض البلد كانت الزاوية الحادثة بين المرقم المذكور ونصف نهار البسيطة العمودية عبارة عن $(90^\circ - \text{العرض})$ أعنى انها مساوية لتمام العرض المذكور

وبالجملة فالخط الرأسى النازل من أية نقطة جعلت مركزا فى السطح العمودى يكون نصف نهار البسيطة العمودية وكل خط يرسم من ذلك المركز موازيا لمحور العالم وصانعا مع نصف النهار المذكور زاوية مساوية لتمام عرض البلد يكون مرقمها هذا وأما سائر التفصيلات اللازمة لاتمام البسيطة فهى نفس التفصيلات التى تقدمت فى البسيطة الافقية كما سنبينه فيما يأتى

(فى كيفية رسم بسيطة السطح الاول الرأسى)

(٥٢) لنعتمد مركز البسيطة نقطة (م) من سطح عمودى على الافقى وعلى سطح نصف نهار المحل (شكل ٢١) وانزل منها الخط الرأسى (م ن) فيكون هذا الخط نصف نهار البسيطة المطلوبة ثم نرمم خط (م ب) بحيث يصنع مع نصف النهار

المذكور زاوية مساوية لتمام عرض البلد فيكون هو المرقم ولدوره حول (م و)
حتى ينطبق على سطح البسيطة

واذ كان كل سطح يرسم عموديا على المرقم يدل على سطح الاستواء وأثره يدل على معدل
النهار فاذا أخذنا نقطة ما وتسكن (ب) على المرقم ورسمنا منها خط (ب و) عمودا
عليه فانه يقطع نصف النهار في (و) بحيث لو رسمنا من هذه النقطة خط (ك ك')
عمودا على نصف النهار المذكور فيكون هو معدل النهار ويكنى لتمام البسيطة بعد
ذلك أن نجري على ما ذكرناه سابقا في البسيطة الافقية بمعنى أننا نجعل نقطة (و)
مركزا ونرسم القوس (ب ب') لكي تقل النقطة (ب) الى (ب') ثم من هذه
النقطة نرسم دائرة البسيطة الاستوائية ونقسم محيطها الى اثني عشر قسما ونصل
بخطوط مستقيمة المركز (ب') بنقط التقاسيم وعند تلك الخطوط الى أن تلاقى معدل
النهار (ك ك') في نقط توصلها الى مركز البسيطة العمودية (م) فتحدث خطوط
ساعاتها

هذا ولتعيين الخطوط المجاورة لخط الساعة ٦ يلزم اتباع الطرق التي ذكرناها في المادة
(٤٥) وما يليها من المواد

واذا أريد استعمال شاخص أولوحة مثقوبة بدلا من المرقم فتؤخذ نقطة على المرقم
حيثما اتفق وتسكن (ب) وينزل منها على سطح البسيطة العمود (ب ب') فيكون
هو طول الشاخص المطلوب

واذا أريد وضع لوحة مثقوبة على هذا الشاخص فالطول المذكور يكون عبارة عن
البعدين مركز الثقب والنقطة (ب') التي هي موقع العمود المذكور وحيث ان الساعات
لا تعرف الا بمرور ظل رأس هذا الشاخص على خطوط الساعات أو بمرور الضوء المار
بثقب اللوحة فيلزم منعاً لوقوع الظل أو الضوء المذكورين خارج سطح البسيطة
اتصلب أطوال خطوط الساعات بحيث تكون مناسبة لطول الشاخص (ب ب')
أوطول الشاخص المذكور بالنسبة لأطوال تلك الخطوط كعمله مثلا مساويا لطول
الخط (ه ه')

(في كيفية بيان الساعات القرية من طلوع الشمس وغروبها)

(٥٣) ان البسيطة المذكورة قد انشئت على وجه السطح الرأسى الاول المقبلة الى

الجنوب مع ان الشمس بعد طلوعها كل يوم بمدة في فصلي الربيع والصيف وقبل غروبها بتلك المدة توجد في جهة السطح المذكور المتجه الى الشمال وبذلك في مدة الفصلين المذكورين وفي كل صباح ومساء تكون الجهة المذكورة من السطح الرأسى مضئة والجهة المرسوم عليها البسيطة مظلمة ولا يمكن وقتئذ تعيين الساعات بالبسيطة المفروضة فلائقام هذا التقصان نلاحظ أننا لو فرضنا أن (د ح) يكون المقطع الرأسى لسطح البسيطة (شكل ٢٢) فإذا كان الخط (ب م) هو المرقم الموضوع في الجهة الجنوبية فبامتداده الى الجهة الشمالية يكون (م ب) هو مرقم بسيطة أخرى في الجهة المذكورة و (م) يكون مركزها فبرسم هذه البسيطة الثانية يرول القصور المذكور وليلاحظ أن رأس مرقم البسيطة الجنوبية متجه الى جهة الارض ومرقم البسيطة الشمالية متجه الى جهة السماء وكل منهما على استقامة الآخر ويمكن أن لا يكونا على استقامة واحدة بشرط أن يكونا متوازيين فبالكيفية السابق ذكرها يمكن في أيام فصلي الخريف والصيف استعمال البسيطة الشمالية بعد طلوع الشمس وقبل غروبها والبسيطة الجنوبية في الاوقات القريبة من الزوال وأما مدة وقوع أشعة الشمس على أحد الوجهين المذكورين فتختلف بالنسبة لعرض البلاد وميل الشمس

ولبيان ذلك نفرض (ع ع) خط الاستواء (شكل ٢٣) و (و و) خط القطبين والدائرة (ح ع و) نصف نهار الحمل فإذا فرضنا بعد ذلك أن هذا الحمل هو الاستانة العليا ورسمنا زاوية (و ه ح) مساوية ١٦ ° ٤١ ' يكون خط (ح ع) أفق الاستانة والعمود (ب ه) النازل عليه يكون السطح الرأسى الاول الذي أثنأنا عليه البسيطة ومن المعلوم أن الشمس ترسم كل يوم دائرة وجميع تلك الدوائر على جهتي خط الاستواء الشمالية والجنوبية ما بين المدارين (١٢ و ١٢) و (د د) فالدوائر التي ترسمها في مدتي الربيع والصيف تنقسم اجزاؤها العليا أى التي فوق الافق بالسطح الرأسى الاول (ب ه) كما يظهر من الشكل الى قسمين متى وجدت الشمس على أحدهما تكون جهة السطح الرأسى (ب ه) المقابلة لها مضئة وفي هذه المدة تكون الجهة الأخرى مظلمة وتختلف هذه المدة باختلاف بعد (ب ه) من (ه ع) أعني بتناقص عرض البلد أو بزياده وكذلك تختلف باختلاف ميل الشمس اذ باختلاف الميل تختلف اجزاء الدوائر التي يفصلها السطح (ب ه) ويرى أن

أعظم اضاءة البسيطة المنشأة في الجهة الشمالية تكون يوم وجود الشمس في الانقلاب الصيفي وبعده تتناقص حتى تجيء الشمس في سطح الاستواء فتتلاشى المدة وتعدم وبعده ذلك لا يرى وجه البسيطة الشمالية شعاع الشمس مدة ستة أشهر فتستعمل البسيطة المنشأة في الجهة الجنوبية

هذا وإذا اريد معرفة أعظم مدة تقع فيها أشعة الشمس على سطح البسيطة بالنسبة لمحل معلوم من الجهة الشمالية يكفي تعيين مدة أطول نهار في المحل المذكور بالطريقة المذكورة في علم الهيئة وهي أن ندور دائرة الانقلاب الصيفي حول الخط (١٢ و ١٢) حتى تنطبق على سطح نصف النهار

ولاجل ذلك يلزم أن نرسم من نقطة (م) دائرة بنصف قطر مساو للبعد (م ١٢) فتكون هي الدائرة المذكورة ثم قسم محيطها الى أربع وعشرين جزءاً ونضع أرقاماً بالابتداء من خط الزوال فالسطح الرأسى يفصل من هذا المحيط قسمين عند النقطة (ل) على الافق وهذان القسمان هما (ح ل) و (ل ١٢) فبعد طلوع الشمس في المدة اللازمة لسيرها على (ح ل) تكون جهة السطح (ب هـ) الشمالية مضبوطة وفي مدة سيرها على (ل ١٢) تكون جهته الجنوبية هي المضبوطة ويكون الامر كذلك بعد الزوال أيضا فنلزم ان معرفة المدة التي تسير فيها الشمس على (ح ل)

نرسم من (ح) و (ل) خطين موازيين للخط (ن و) قصبت أربع نقط على الدائرة التي دورناها اثنتان منها ناشتتان عن الخط المرسوم من (ح) وهما تدلان على وقت طلوع الشمس وغروبها والثنتان الاخران ناشتتان عن الخط المرسوم من (ل) وهما تدلان على الوقت الذي يتدئ فيه الوجه الشمالى للسطح (ب هـ) في الاخذ في أن يكون مضبوا أو مظلما بالنسبة للاستانة العالية يوجد في اليوم المذكور أربع ساعات واثنان وثلاثون دقيقة لوقت طلوع الشمس و ٧ ساعات و ٥٠ دقيقة لوقت دخول الشمس الى جهة سطح البسيطة الجنوبية فبطرح أحد هذين العددين من الآخر نجد ٣ ساعات و ١٨ دقيقة ففي اليوم المعبر في هذه المدة بعد طلوع الشمس وفي المدة نفسها قبل غروبها تكون البسيطة التي في الجهة الشمالية مضبوطة بأشعة الشمس وكذلك تكون الجهة الجنوبية مضبوطة قبل الزوال وبعده بمدة ٨ ساعات و ٢٠ دقيقة لان الشمس كانت تحت الافق في اليوم المذكور مدة ٩ ساعات و ٤ دقائق وحيث أنها

تكون على الافق من جهة البسيطة الشمالية مرتين في كل مرة مدة ٣ ساعات
و ٣٦ دقيقة فتكون في المرتين مدة ٦ ساعات و ٣٦ دقيقة وبالمجموع نجد $٩, ٣٦ + ٦, ٣٦ = ١٥, ٧٢$ وبطرح هذا العدد من ٢٤ نجد العدد المذكور ٨ ساعات
و ٢٠ دقيقة

فينتج مما سبق انه لمعرفة الزمن المذكور لاي يوم من الفصولين السابق ذكرهما يلزم
رسم الدائرة اليومية المقابلة لذلك اليوم وتدويرها بالكيفية المتقدمة ثم تعيين اوقات
طلوع الشمس وغروبها وأوقات مرور الشمس من جهة الى جهة اخرى من سطح
البسيطة

(في رسم البسيطة المذكورة بواسطة الحساب)

(٥٤) ليكن (م) مركز البسيطة العمودية و (ح) مركزها و (ب) مركز
البسيطة الاستوائية و (ب د) خطين من خطوط ساعات البسيطة الاستوائية
و (ل د) معدل النهار الموازي للافق فاذا فرضنا (م د) نصف نهار البسيطة العمودية
يمكن بواسطة القوانين الآتية استخراج الزاوية (هـ) التي هي زاوية خطوط ساعات
البسيطة العمودية والخط (ب د) الذي هو بعد معدل النهار
في المثلث (ب د د) قائم الزاوية د لنا

$$د = ب د \sin \text{مماس هـ}$$

وفي المثلث (م ب د) قائم الزاوية ب لنا

$$ب د = م د \sin \text{تمام جيب العرض} = م د \sin \text{تمام جيب العرض}$$

وببدال ب د بهذه القيمة في المعادلة الاولى نجد

$$د = م د \sin \text{تمام جيب العرض} \sin \text{مماس هـ} \quad (٥)$$

$$\text{ومنها } \frac{د}{م} = \sin \text{تمام جيب العرض} \sin \text{مماس هـ}$$

ثم في المثلث (م د د) قائم الزاوية د لنا

$$\frac{د}{م} = \sin \text{مماس هـ}$$

فمقارنة هاتين المعادلتين يحدث

$$\sin \text{مماس هـ} = \sin \text{تمام جيب العرض} \sin \text{مماس هـ} \quad (٥)$$

فاذا وضعنا في القانون (٥) ١٥ ثم ٣٠ وهـ كذا الى ٩٠ بدلا من زاوية (هـ)

وفرضنا أن (م د) يساوي واحدا يمكن تعيين ابعاد معدل النهار (ب د) و (د د)

... وهكذا وبأخذ أبعاد مساوية لهذه الأبعاد على عَيْن وشمال النقطة (و) نحدث
نقط اذا وصلنا منها الى المركز (م) نجد خطوط ساعات البسيطة

ويمكن أيضا استخراج زوايا خطوط الساعات (هـ) بواسطة القانون (ص) ثم نرسم
خطوطا من نقطة (م) تصنع مع نصف النهار زوايا مساوية لتلك الزوايا المذكورة
فتكون هذه الخطوط هي خطوط ساعات البسيطة المقروضة

ولكن هذه الطريقة الأخيرة أصعب من الطريقة الاولى فلذلك ترجحت الاولى عليها

(في كيفية رسم بسيطة السطح الثاني الرأسى)

(٥٥) حيث ان السطح الرأسى الثاني هو عبارة عن نصف نهار الجهل بالبسيطة التى
ترسم عليه تسمى ببسيطة نصف النهار أيضا ولكون انشاء هذه البسيطة يستلزم معرفة
وضع المرقم ورسم نصف النهار ينبغى لنا أن نبدأ بالكلام عليهما فنقول

لنفرض حائطا رأسيا مثل (ف ك) (شكل ٢٥) منطبقا على سطح نصف النهار
فلكون مرقم البسيطة التى ترسم على أى جهة من هذا الحائط يلزم أن يكون موازيا
له فينبغى أن يكون المرقم موضوعا خارج سطح الحائط لانه اذا كان منطبقا على السطح
المذكور لا يمكن أن يحدث ظلا ولمعرفة كيفية وضع هذا المرقم نفرضه معلوما ونفرض
أن يرسم من احدى نقطه خط مواز للافق فهذا الخط يصنع ضرورة مع المرقم زاوية
مساوية لعرض البلد

وينبج من ذلك أن اتجاه المرقم هو نفس اتجاه خط القطبين فلتكن (م) نقطة ما على
سطح الحائط (ف ك) ولترسم خط (م و) موازيا للافق وخط (د ح) بحيث يصنع
مع (م و) زاوية مساوية لعرض البلد فهذا الخط (د ح) يكون المـسـقط الرأسى
للمرقم الذى يلزم وضعه خارجا عن الحائط فاذا فرضنا مستطيلا مثل (د هـ ب ح)
عموديا على السطح (ف ك) بحيث ينطبق أحد أضلاعه على الخط (د ح) يكون
ضله الآخر (هـ ب) هو مرقم البسيطة

وأما خط زوالها أعنى نصف نهارها فحيث انه عبارة عن ظل المرقم (هـ ب) وقت
الزوال فلا يمكن رسمه على سطح البسيطة لأن الشمس فى وقت الزوال توجد على قبة
السماء فى اتجاه السطح (ف ك) بحيث يقع ظل المستطيل (هـ د ح ب) على الافق
فى (هـ د ح ب) مثلا فيكون حينئذ ظل المرقم (ب هـ) هو (ب هـ) أعنى أنه

يكون واقعا على الافق خارجا عن سطح البسيطة فلهذا السبب لا يمكن استعمال هذه البسيطة قبل الزوال بساعة واحدة ولا بعده كذلك أى لا يمكن استعمالها مدة ساعتين اثنتين الا بوجه التقريب

وحيث انه يوجد بين سطح الساعة السادسة وبين سطح الساعة الثانية عشرة زاوية قيمتها تسعون درجة أعني أن السطحين المذكورين أحدهما عمودى على الآخر وأن سطح الساعة الثانية عشرة هو نفس سطح الزوال وقد فرضناه فى (ف ك) فينبذ يكون سطح الساعة السادسة هو سطح المستطيل (د ه ب ح) المفروض عموديا على السطح الاول ويكون إذن الخط (د ح) هو خط الساعة ٦ الذى يلزم رسمه على البسيطة المذكورة

(فى رسم نصف نهار البسيطة المذكورة)

(٥٦) لرسم البسيطة المذكورة يلزم ابتداء أن يرسم سطح عمودى على المرقم فيكون هو سطح الاستواء ويكون الفصل (ع ح) (شكل ٢٥) المشترك بينه وبين سطح البسيطة هو معدل النهار والنقطة (ص) التى هى نقطة تلاقى المرقم بـ سطح الاستواء تكون مركز البسيطة الاستوائية فإذا أبرى تدوير سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) الى أن ينطبق على السطح (ف ك) ينطبق المركز (ص) على النقطة (ص) الكائنة على خط الساعة ٦ فلهذا يمكن ايجاد المطلوب بكل سهولة بالطريقة الآتية ذكرها

وهى أن يقال لنفرض (ع ح) (شكل ٢٦) معدل النهار و (د ح) مسقط مرقم البسيطة أعني خط الساعة ٦ فلاجل تدوير البسيطة الاستوائية أى سطح الاستواء حول معدل النهار (ع ح) نأخذ على خط الساعة ٦ بعد (م ص) يساوى البعد الموجود بين المرقم وبين سطح الحائط المفروض وبذلك نكون قد عينا النقطة (ص) التى هى مركز البسيطة الاستوائية فإذا رسمنا من هذا المركز نصف دائرة بأى نصف قطر كان نكون قد طبقنا البسيطة الاستوائية على بسيطتنا المفروضة وبعد ذلك اذا قسمنا نصف الدائرة الى اثني عشر قسما ثم وصلنا من نقط التقاسيم الى المركز (ص) بخطوط مستقيمة ثم مددنا هذه الخطوط الى أن تقطع معدل النهار (ع ح) تكون كل نقطة من نقط التقاطع المذكورة نقطة من الاثر الرأسى لسطح سويى وحيث ان كل اثر رأسى من آثار السطوح السويعية مواز للخط (د ح) كما هو معلوم فى علم الهندسة

الوصفية فإذا رسمنا من نقط التقاطع المذكورة خطوطا موازية للنقطة (د ح) تكون هذه الخطوط هي خطوط الساعات المطلوبة

وأما الأرقام المقابلة لهذه الخطوط فتوضع على حسب حركة الشمس وبالإبتداء من خط الساعة ٦ مثل (٧ و ٨ و ٩ و ١٠ ... وهكذا) كما ترى في الشكل لأن الشمس من وقت طلوعها الى وقت الزوال تكون من جهة سطح نصف النهار الشمالية ومن وقت الزوال الى الغروب تكون في جهته الغربية

هذا وبالسبب التي رسمناها هنا هي التي رسمت للجهة الشرقية فيمكن استعمالها من وقت الطلوع الى وقت الزوال وان أريد استعمالها من وقت الزوال الى وقت الغروب يلزم انشاء واحدة أخرى في الجهة الغربية

(في بيان السطح الثالث الرأسى)

(٥٧) أكثر ما يكون رسم البساط العمودية على سطوح رأسية غير السطح الرأسى الأول والسطح الرأسى الثانى أى غير سطح نصف النهار والسطح العمودى عليه بل يكون سطحاً رأسياً واقعاً ما بين هذين السطحين بحيث يصنع مع السطح الرأسى الأول زاوية ما وبالسبب التي يراد رسمها عليه يمكن تولدها من البسيطة الأفقية كالسبب التي ترسم على السطح الرأسى الأول ولكون السطح المذكور يقطع السطح الرأسى الأول على زاوية ما فالسبب التي ترسم عليه تسمى بالسبب المنحرفة فان كانت متجهة الى جهة الغرب بحيث ان مدة استضاءتها بأشعة الشمس قبل الزوال تكون أقل من مدة استضاءتها بها بعده يقال ان انحراف البسيطة غربى (كما هو مرسوم في شكل المادة ٢٨) وان كانت متجهة الى جهة الشرق يقال ان انحرافها شرقى والانحراف المذكور ما بين السطحين يعلم بأخذ نقطة على خط تقاطعهما ورسم خطين عمودين على الخط المذكور بحيث يكون كل عمودى أحد السطحين فزاوية العمودين تكون عبارة عن الانحراف المذكور وسنذكر قريباً كيفية تعيين هذه الزاوية هذا ورسم البسيطة المنحرفة بالقواعد الهندسية يكون بطريقتين ولذا ذكرهما لك على التوالى مفصلتين كل منهما على حدة

(في الطريقة الأولى لرسم البسيطة المنحرفة)

(٥٨) ليكن (ب ح د هـ) (شكل ٢٧) السطح العمودى المراد انشاء البسيطة العمودية عليه ولنفرض انحرافه غربياً ولتكن (م) نقطة ما عليه فإذا رسمنا الخط الرأسى

(٢٢) من النقطة المذكورة يكون هذا الخط هو الفصل المشترك بين السطح المقروض وبين سطح نصف النهار وحيث ان هذا الفصل المشترك عبارة عن نصف نهار البسيطة المرسومة على السطح الرأسى الاول فالخط (٢٢) هو اذن خط زوال البسيطة المنحرفة أى نصف نهارها فاذا رسمنا من نقطة (م) فى سطح نصف النهار خطا مستقيما بحيث يصنع مع (٢٢) زاوية مساوية لعرض البلد يكون هذا الخط هو مرقم البسيطة ونرسم سطحاً أفقياً بحيث يقطع سطح البسيطة ومرفقها وليكن (ك) أثره الرأسى فيوجد على هذا السطح خط نصف نهار يمر بنقطة (ل) التى على (٢٢) ويحتوى على الاثر الافقى لمرقم البسيطة العمودية ثم على مركز البسيطة الافقية التى يفرض رسمها على السطح المذكور فاذا دورنا هذا السطح حول أثره الرأسى (ك) بحيث ينطبق على السطح الرأسى (ب ح د هـ) يمكننا تعيين وضع خط نصف النهار الافقى ثم الفصل المشترك بين السطح المذكور والسطح الرأسى الاول ثم الاثر الافقى لمرقم البسيطة العمودية ثم مركز البسيطة الافقية وبعد ذلك نرسم بسيطة أفقية بموجب ما تقدم فى المادة ٤٤ خطوط ساعاتها تقطع الخط (ك) فى نقط لا تتحرك حينما يحصل استرجاع السطح الافقى الى محله الاصلى فاذا وصلنا من هذه النقط الى المركز (م) بمستقيمات نكون قد حصلنا على خطوط ساعات البسيطة المنحرفة ولبيان ذلك نقول حيث اتنا فرضنا البسيطة على السطح (ب ح د هـ) ونصف نهارها عند (٢٢) وفرضنا ان السطح الرأسى الاول المار بنصف النهار (٢٢) مائل على السطح المذكور وهذا الميل اما أن يكون غربياً أو شرقياً وهو غربى فى الشكل المقروض فيمكن فرض انه السطح الرأسى هذا (ب ح د هـ) وفى هذه الحالة السطح الافقى المار بالخط (ك) يقطع السطحين المذكورين على مستقيمين يصنعان بينهما زاوية مساوية للانحراف هذين السطحين فعندما يدور السطح الافقى حول أثره (ك) حتى ينطبق على (ب ح د هـ) يمر الفصل المشترك بينه وبين السطح الرأسى الاول (ب ح د هـ) بالنقطة (ل) ويصنع مع (ك) زاوية مساوية للانحراف المذكور

ليكن (ح ع) هذا الفصل المشترك فاذا اتنا (ل ص) عموداً على (ح ع) من النقطة (ل) يكون هذا العمود بمقتضى ما قلنا فى المادة (٥١) هو نصف نهار البسيطة الافقية التى ترسم على السطح الافقى المار بالخط (ك) وحيث ان الزاوية التى

بين الفصلين المشتركين (ك ك) و (ع ع) وهي زاوية الانحراف مساوية للزاوية الحادة ما بين نصفي النهار (ل ص) و (ل س) فلايجاد نصف نهار البسيطة الافقية يكفي أن يرسم مستقيم مثل (ل ص) بحيث يصنع مع نصف نهار البسيطة العمودية زاوية مساوية لزاوية الانحراف المفروض ولكن يلزم في ذلك التنبه الى كون الانحراف المذكور غربيا أو شرقيا فان كان غربيا يرسم الخط (ل ص) على يمين نصف النهار (ل س) كما هو في الشكل وان كان شرقيا يرسم على يساره

ثم بعد تعيين نصف النهار هذا بالطريقة المذكورة يلزم تعيين الاثر الافقي للمرقم الذي قلنا بوجوده على نصف النهار المذكور ولأجل ذلك يدور سطح نصف النهار حول الخط (س س) حتى ينطبق على سطح المستوي (ب د) وحيث ان ذلك المرقم يصنع مع (س س) زاوية مساوية لعرض البلد فيرسم خط (م ص) بحيث يصنع مع (س س) الزاوية المذكورة يكون (م ص) المذكور هو موضع المرقم على السطح (ب د) بعد التدوير وتكون نقطة (ص) هي موضع الاثر الافقي المطلوب وبعد ذلك اذا نقلت هذه النقطة على نصف النهار (ل ص) بواسطة القوس (ص ص) المرسوم من نقطة (ل) تكون نقطة (ص) هي نفس الاثر المذكور وهي أيضا مركز البسيطة الافقية التي يمكن رسمها بالنسبة لذلك المرقم

وترسم من نقطة (ل) العمود (ل ن) على موضع المرقم (م ص) فيدل هذا العمود على سطح الاستواء وتكون نقطة (ن) مركزا للبسيطة الاستوائية بحيث لو رسمنا من (ل) القوس (ن ن) تكون نقطة (ن) هي موضع مركز البسيطة الاستوائية على السطح الافقي ويكون الخط (ع ع) هو الفصل المشترك بين سطح الاستواء وبين السطح الرأسى الاول أى يكون هو معتدل النهار

وحيث وجدنا بالتدوير السابق ذكره مركزا لبسيطة أفقية بالنسبة للمرقم المفروض ومركزا لبسيطة استوائية ومعتدل نهار فلابد أن يرسم البسيطة الافقية المطلوبة نجعل نقطة (ن) مركزا ونرسم نصف دائرة بنصف قطرها ونقسم المحيط الى اثني عشر جزءا ونصل من نقط التقاسيم الى المركز المذكور بخطوط مستقيمة فتكون هي خطوط ساعات البسيطة الاستوائية وبامتدادها الى معتدل النهار (ع ع) والوصل من نقط التلاقى الى مركز البسيطة الافقية (ص) بخطوط مستقيمة وامتدادها الى أن تقطع الخط (ك ك) الذي لا يتغير موضعه وقت التدوير المتقدم ذكره ثم بالوصل من هذه

النقط الى مركز البسيطة العمودية (م) فوجد خطوط ماعات البسيطة المذكورة أى البسيطة المنحرفة وهو المطلوب

(فى الطريقة الثانية لرسم البسيطة المنحرفة)

(٥٩) اذا أريد انشاء بسيطة منحرفة فى محل مثل الاستانة العليا على سطح حائط بغير الطريقة الاولى يلاحظ أنه يوجد على سطح الكرة الارضية نقطة أخرى غير الاستانة العليا بحيث يكون أفق تلك النقطة موازيا لسطح الحائط المراد انشاء البسيطة عليه فإذا فرضت بسيطة على ذلك الأفق فيكون نصف نهارها فى الواقع عبارة عن المسقط الرأسى للمرقم البسيطة العمودية المطلوبة بحيث اذا عينا المسقط الرأسى المذكور بالنظر لنصف نهار البسيطة الأفقية المفروضة فى تلك النقطة ورسمنا بسيطة أفقية على سطح الحائط المفروض نكون قد أنشأنا البسيطة المطلوبة ولكن يراعى فى تقسيم محيط الدائرة الاستوائية أن يؤخذ نصف نهار البسيطة المطلوبة مبدأ للتقسيم . وحيث ان المسقط الرأسى المذكور هو فى الحقيقة نصف نهار البسيطة التى ترسم على السطح الرأسى الاول للمحل المفروض يمكن تعيينه بهذا الفرض أيضا هذا والمسقط الرأسى للمرقم على سطح البسيطة يسمى فى فن البساط بما تحت المرقم ليكن (م م) (شكل ٢٨) نصف نهار البسيطة العمودية ولنفرض مرقها موضوعا فى مركزها (م) فلتعين ما تحت المرقم ندور المرقم نفسه حول نصف النهار (م م) حتى ينطبق على سطح البسيطة ولاجل ذلك يكفى رسم الزاوية (م م م) بحيث تساوى تمام عرض البلد فيكون خط (م م) هو موضع المرقم على سطح البسيطة وليكن (ن م) الفصل المشترك بين سطح البسيطة وسطح الأفق فيندوير هذا السطح الاخير حول الخط (ن م) حتى ينطبق على سطح البسيطة يمكن ايجاد نصف نهار البسيطة الأفقية وذلك بملاحظة أن نصف النهار المذكور بمقتضى ما تقدم يصنع مع (م م) زاوية مساوية لانحراف السطح وحيث ان سطح البسيطة فى شكلنا المفروض متجه الى الجهة الشرقية فالخط الذى يصنع مع (م م) زاوية الانحراف يكون على غربى (م م) المذكور و ليكن (ه م) هذا الخط فهو اذن نصف نهار البسيطة الأفقية واذا أريد تعيين الاثر الأفقى للمرقم تنقل النقطة (م م) الى النقطة (م) بواسطة قوس دائرة يرسم من المركز (ه) فتكون نقطة (م) هى الاثر المطلوب و (م م) هى المسقط الرأسى لهذا الاثر فاذا وصلنا من (م م) الى مركز

البسيطة (م) يكون خط (م ح) هو المسقط الرأسى للمرقم المذكور أى ماتحت
المرقم المطلوب ثم اذا أنزل العمود (ه ب) على موضع المرقم الذى دورناه حول نقطة
(ه) أعنى على خط (م ح) يكون هذا العمود هو خط الاستواء والنقطة (ب)
مركز البسيطة الاستوائية

وإذا أريد معرفة موضع النقطة (ب) بعد استرجاع خط (م ح) الى موضعه الاصلى
أى الموضع (م ح) يلاحظ أنه فى أثناء حركة (م ح) الى (م ح) تتحرك نقطة
(ب) على سطح مواز للافق وبناء عليه اذا رسم خط (ب ب) موازياً للافق تكون
نقطة (ب) هى موضع (ب) على خط (م ح) وبذلك نكون قد عينا مركز
البسيطة الاستوائية على ماتحت المرقم والنقطة (د) هى المسقط الافقى للمركز
المذكور

وبحيث اننا قد قلنا ان ماتحت المرقم (م ح) هو فى الواقع نصف نهار أفقى لنقطة أخرى
على الكرة الارضية فمعدل النهار الافقى يمر بالنقطة (ه) ويكون عمودياً على نصف
النهار المذكور أى على (م ح) وعلى ذلك اذا رسمنا من نقطة (ه) العمود (ح ع)
على (م ح) يكون هذا العمود هو معدل النهار

ويظهر مما تقدم أنه من المعلوم لدينا أن معدل النهار هو (ح ع) وهو الاثر الرأسى
لسطح الاستواء على سطح البسيطة العمودية والمسقط الرأسى (ب) لمركز البسيطة
الاستوائية الذى هو عبارة عن نقطة تلاقى سطح الاستواء المذكور بماتحت المرقم
فاذا دورنا بـ سطح الاستواء حول أثره (ح ع) حتى ينطبق على بسيطتنا العمودية
يمكننا ايجاد الموضع الحقيقى للمركز المذكور وبعد ذلك نرسم من هذا المركز ببسيطة
استوائية ونعين خطوط ساعاتها ونمد الى أن تقطع خط (ح ع) الذى لم ينتقل من
مكانه فى أثناء التدوير ويوصل من نقط التقاطع الى مركز البسيطة العمودية (م)
فنكون قد عمنا انشاء البسيطة العمودية المطلوبة

ولاجل تعيين الموضع الحقيقى لمركز البسيطة الاستوائية بتدوير سطح الاستواء حول
معدل النهار (ح ع) يراعى أن الجزء (م ب ل) مما تحت المرقم (م ح) هو عبارة
عن المسقط الرأسى لمثلث قائم الزاوية وتره (م ل) منطبق على سطح البسيطة وبعد
رأس زاويته القائمة عن سطح البسيطة هو (د د)

ويبان ذلك اننا فرضنا ان خط (ح ع) هو الاثر الرأسى لسطح الاستواء الملاقى للمرقم

في نقطة (ب) فإذا رسم المستقيم (ب ل) من هذه النقطة في السطح المذكور بحيث يكون عمودياً على الأثر (ح ح) يكون الأثر الرأسى لهذا العمود هو نقطة (ل) ويكون المرقم (م ب) عموداً على هذا العمود لأنه عمود على سطح الاستواء المذكور وإذا وصل من تلك النقطة (ل) إلى النقطة (م) التي هي الأثر الرأسى للمرقم يكون الخط الواصل هو عبارة عن وتر الزاوية القائمة الحادثة من تلاقى المرقم بالعمود النازل في سطح الاستواء على أثره (ح ح) وبالضرورة يكون هذا الوتر على سطح البسيطة العمودية وإذا تخيلنا من نقطة (ب) مستقيماً عمودياً على سطح البسيطة يكون هذا العمود موازياً لسطح الأفق ويكون طوله الحقيقي هو (د د) وهذا ما أردنا بيانه لمعرفة طول (ب ل) الحقيقي يلزم تدوير المثلث المذكور حول وتره حتى ينطبق على سطح البسيطة ولأجل ذلك نرسم من نقطة (ب) العمود (ب ب) على ما تحت المرقم (م ح) ونأخذ مساوياً للبعد (د د) ثم نصل (ل ب) فيكون هو طول (ب ل) الحقيقي ثم بوصل (م ب) نجد الطول الحقيقي للمرقم وحيث قلنا فيما تقدم أن المرقم عمود على العمود النازل على (ح ح) وبهذا السبب يلزم أن المستقيمين (م ب) و (ل ب) يكونان متعامدين فالبحث في الشكل عن صحة عمودية هذين الخطين يكون امتحاناً لمعرفة صحة الرسم

هذا وينقل نقطة (ب) إلى نقطة (ب) التي على ما تحت المرقم بواسطة قوس دائرة مرسوم من النقطة (ل) تكون نقطة (ب) هي موضع مركز البسيطة الاستوائية بعد تدويره حول معدل النهار (ح ح) وبرسم دائرة بنصف قطرها من هذه النقطة (ب) تكون هذه الدائرة هي محيط البسيطة الاستوائية ثم بوصل (ب ه) بخط مستقيم وأخذ نقطة تلاقى هذا المستقيم بالمحيط المذكور وهي نقطة الزوال وتقسم المحيط إلى أربعة وعشرين جزءاً بالابتداء من النقطة المذكورة والتوصيل من نقط التقاسيم إلى المركز (ب) بخطوط مستقيمة ومد هذه الخطوط إلى أن تلاقى معدل النهار (ح ح) ووصل نقط التلاقى هذه بمركز البسيطة العمودية (م) تكون قد عينا خطوط ساعات البسيطة المطلوبة ويثبت المطلوب

(في تعيين انحراف السطح)

(٦٠) حيث أن الطريقتين المتقدمتين مبنيتان على معرفة انحراف سطح البسيطة التزمنا أن نذكر هنا كيفية تعيينه فنقول

ليكن (ل ع) (شكل ٢٩) الحائط المراد رسم البسيطة عليه فلابد ان نعين ميله نأخذ نقطة ما (ب) ونرسم منها الخط الرأسى (ب ق) وهو نصف نهار البسيطة ثم نرسم الخط (هـ د) موازيا للافق ثم نأخذ لوحة ذات سطح مستو ونطبق أحد أضلاعها على هذا الخط (هـ د) ونجعلها افقية بالضبط فاما أن نضع هذه اللوحة كشاحص عمودى ونرصد ثلاثة من ظلاله غير المتساوية واما ان نرسم عليها نصف النهار الافقى فتكون زاوية الانحراف المطلوبة هي عبارة عن تمام الزاوية التى بين نصف النهار المذكور والخط (هـ د) فليكن (م د) هو نصف النهار فينتد يكون (المحرف السطح = ٩٠ - م د هـ) وأما مساحة الزاوية (م د هـ) فتعلم بواسطة المنقلة بدون أن يحدث خطأ يحصل بالمطلوب

وإذا علم انحراف البوصلة يمكن معرفة انحراف الحائط أيضا وكذلك يمكن ذلك لو استعملت آلات اخرى

(فى كيفية وضع المرقم المثلثى)

(٦١) اذا أريد استعمال لوحة على صورة مثلث لجعلها مرقما للبسيطة التى نحن بصدددها يلزم وضع اللوحة على سطح البسيطة بحيث ينطبق أحد أضلاع المثلث على نصف نهار البسيطة وحينئذ يكون الضلع الاعلى عبارة عن المرقم وتكون الزاوية المحصورة بين هذين الضلعين مساوية لتمام عرض البلد وحيث ان سطح نصف نهار المحل مفروض أنه مائل على سطح البسيطة فيلزم أن يكون سطح المثلث المذكور مائلا أيضا على سطح البسيطة ولكن سطح نصف النهار المذكور ليس بجسم مرقى حتى يعلم مقدار ميله على البسيطة فيعسر اذن وضع اللوحة بالكيفية المذكورة حيث ان وضع سطح عمودى على آخر أسهل من وضعه عليه بالانحراف ما فيلزمنا أن نبعث عن طريقة بواسطتها يكون سطح المثلث عموديا على سطح البسيطة فنقول اذا أمعنا النظر الى ما تحت المرقم نرى أنها اذا وضعنا عليه ضلع لوحة مثلثة عمودية على البسيطة بحيث يمر الضلع الآخر من مركز البسيطة ويصنع مع الاول زاوية مساوية للزاوية التى يصنعها ما تحت المرقم مع نفس المرقم نكون قد تحصلنا على المطلوب فينبغى لنا أن نبعث عن الزاوية الحادثة بين المرقم وما تحت المرقم وعن موضع ما تحت المرقم المذكور على سطح البسيطة ويمكن استخراج ذلك من (الشكل ٢٨) بأن يصنع مثلث من خشب قائم الزاوية مشابه للمثلث (هـ ل م) ويوضع وتره

على نصف النهار المرسوم على البسيطة ثم يرسم الضلع (م ل) الذي هو ما تحت المرقم ثم تؤخذ مساحة الزاوية (ل م ب) ويوضع هذا المثلث عموديا على سطح البسيطة بحيث ينطبق أحد ضلعي الزاوية المساوية للزاوية (ل م ب) على ما تحت المرقم ويمر الضلع الآخر من نقطة (م) فبذلك نكون قد وضعنا للبسيطة مرقما مثلثيا

(في بيان أرجحية اللوحة المثقوبة على المرقم المثلثي)

(٦٢) ان وضع المرقم المثلثي بالكيفية المارة ذكرها صعب جدا في العمل فلهذا السبب يستحسن استعمال لوحة مثقوبة موضوعة في مواجهة البسيطة وثابتة عليها بواسطة رجلين أو ثلاثة أرجل ولاجل ذلك يلزم مراعاة الامور الخمسة الاتي ذكرها

(في الامور الخمسة التي تلزم رعايتها عند وضع اللوحة المثقوبة)

(٦٣) أولا يجب أن يكون الخيال الضوئي الواقع على سطح البسيطة الحادث من مرور أشعة الشمس من ثقب اللوحة مشابها لهيئة الثقب المذكور ويكنى في ذلك وضع اللوحة موازية لسطح البسيطة وفي أثناء مدة وقوع أشعة الشمس على البسيطة يلزم أن تمر تلك الأشعة من ذلك الثقب وأن تحدث على سطح البسيطة خيالا مضيفا جدا وذلك يتعلق بالبعد الموجود بين اللوحة والبسيطة نعم ان أشعة الشمس عند طلوعها وغروبها تقع ما بين اللوحة والبسيطة فلا تمر من الثقب وبالضرورة لا تحدث خيالا على البسيطة ولكن تلك المدة وجيزة جدا بحيث لا يترتب على عدم حدوث الخيال فيها كبير ضرر

(وثانيا) يجب أن يكون الخيال الضوئي الواقع على سطح البسيطة وقت الزوال منقسما بخط نصف النهار الى قسمين متساويين أحدهما على غربي نصف النهار المذكور والآخر على شرقيه

(وثالثا) يلزم أن لا يقع الخيال الضوئي خارج البسيطة وذلك منوط بأطوال خطوط الساعات فينبغي جعل سطح البسيطة واسعا أو وضع اللوحة على قرب منه بنسبة معلومة وهي ربع عرض البسيطة

(ورابعا) اذا أريد أن يكون الخيال الضوئي على هيئة شبه ظل يلزم جعل قطر الثقب

مساويا لجزء واحد من مائة وخمسين جزءاً من بعده عن البسيطة كما يتنا ذلك في المادة (٢٤) وما يليها من المواد

(و خامساً) يلزم أن يكون قطر محيط اللوحة بقدر ثلث بعدها عن البسيطة
(في كيفية الرسم العملي للمصرفة)

(٦٤) قد ظهر من المادتين (٦١) و (٦٢) رجحان استعمال اللوحة المثقوبة على استعمال المرقم متى روعيت الامور الخمسة المتقدم ذكرها وحيث ان مسألة تعيين انحراف السطح من المسائل الدقيقة أيضاً لم نربطها من ايضاحها الايضاح الكافي فيمكن الآن بجميع ما تقدم رسم أى بسيطة مصرفة ذات لوحة مثقوبة ولكن حيث ان مركز اللوحة المذكورة لم يخرج عن كونه نقطة من نقط مرقم البسيطة المراد انشاؤها فمراجعة الاجراءات الآتية ذكرها يسمل العمل المطلوب

(الاول) تعيين مسقط مركز اللوحة المثقوبة على سطح البسيطة وكذلك بعد المسقط من المركز المذكور ويمكن اجراء ذلك بطريقة سهلة وهي أن يلاحظ أنه اذا أخذت نقطة ما (ب) (شكل ٣٠) على السطح المراد انشاء البسيطة عليه وجعلت مركزاً ورسم منها دائرة بنصف قطر حيثما اتفق ثم أخذت على محيطها ثلاث نقاط مثل (ج) و (د) و (هـ) لتكون مسنداً لارجل اللوحة الثلاث المتساوية في الاول ثم فرض رسم خط مستقيم ما بين مركز اللوحة واحدى نقط محيط الدائرة المذكورة وأدير هذا المستقيم حول مركز اللوحة بشرط تحريك طرفه الآخر على المحيط يحدث مخروط قائم يكون محوره عمودياً على سطح البسيطة في نقطة (ب) وتكون هذه النقطة مسقطاً لمركز اللوحة واحدى النقط التي يمر منها مانتحت المرقم فيوصل مركز الدائرة (ب) بمركز اللوحة يحدث المحور المذكور وبقياسه يعلم بعد مركز اللوحة عن مسقطه

(والثاني) رسم نصف النهار على حسب وضع اللوحة المثقوبة ولأجراء ذلك تعين نقطة ما من نقط نصف النهار حيث انه خط رأسي على سطح البسيطة ويكنى في هذا ان تؤخذ ساعة مضبوطة وبواسطتها يعين مسقط الضوء على سطح البسيطة وقت الزوال وتكون (د) المسقط المذكور فيرسم خط (م هـ) رأسياً (شكل ٣٠) يكون هو نصف النهار المطلوب

(والثالث) رسم موضع المرقم على البسيطة بعد تدويره وتعيين مركز البسيطة وما تحت مرقمها بالنسبة لموضع اللوحة المثقوبة ولأجراء ذلك يرسم من نقطة (ب) التي قد

تم تعيينها في الشكل ٣٠ العمود (ب ح) على نصف النهار ويفرض مرور سطح مواز للافق من ذلك العمود فيمر هذا السطح ضرورة من مركز اللوحة المثقوبة فاذا رسم مستقيم على هذا السطح بحيث يمر بالمركز المذكور والنقطة (ح) يكون هذا المستقيم وترا المثلث قائم الزاوية باعده (ب ح) وارتفاعه البعد بين مركز اللوحة وبين مسقطه الذي تقدم الكلام عليه ولمعرفة الطول الحقيقي للوتر المذكور يلزم تدوير المثلث حول ضلعه (ب ح) حتى ينطبق على السطح العمودي فلاجل ذلك نقيم العمود (ب ب') على (ب ح) ونأخذ مساويا لبعد المركزى ثم نصل (ب' ح) فيكون هذا الخط هو الموتر المطلوب وحيث ان نقطة (ب') على بعد من نقطة (ب) مساو لبعد مركز اللوحة من نقطة (ب) المذكورة تكون نقطة (ب') من ضمن نقط مرقم البسيطة وحيث ان سطح المرقم أعنى سطح نصف النهار عبارة عن السطح المار بخط نصف النهار (م هـ) وبوتر المثلث المتقدم ذكره حينما يكون في وضعه الاصلى فاذا حصل تدوير السطح المذكور حول (م هـ) حتى ينطبق على سطح بسيطنا يقع مركز اللوحة على خط (ح ل) على بعد من نقطة (ح) مساو لبعد (ب ب') وتكون نقطة (ب') هي موقع المركز المذكور وحيث ان المرقم يصنع مع الافق زاوية مساوية لعرض البلد أو يصنع مع نصف النهار زاوية مساوية لتملم العرض فاذا رسمنا من نقطة (ب') خط (ب' م) بحيث يصنع مع (ب' ح) زاوية مساوية لعرض البلد يكون هذا الخط موضع المرقم على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركز البسيطة وأما ما تحت المرقم أعنى مسقطه الرأسى فحيث انه يمر بنقطة (م) وبنقطة (ب) كما تقدم فيكون (م ب) هو ما تحت المرقم المذكور

(والرابع) رسم معادل النهار ولاجل ذلك يلاحظ أنه اذا أخذت نقطة على المرقم وفرض انها مركز بسيطة استوائية ورسم منها سطح عمودي على المرقم المذكور فالانحراف الرأسى لهذا السطح يكون معادل النهار المطلوب وتكن النقطة المذكورة مركز اللوحة المثقوبة فيقال حيث ان موضع هذا المركز على سطح البسيطة هو (ب') فاذا رسم من هذه النقطة العمود (ب' هـ) على المرقم (ب' م) يكون هذا العمود موضع الانحراف الرأسى لسطح الاستواء بعد تطبيقه على البسيطة فاذا حصل استرجاع هذا الخط وكذلك المرقم الى موضعهما الاصلين يقال حيث ان النقطة (هـ) التي هي تلاقي سطح الاستواء بخط نصف النهار (م هـ) لا تنحرف في أثناء هذا التدوير يمكن بواسطتها رسم

معدل النهار بغاية السهولة اذ من المعلوم أن سطح الاستواء عمودي على المرقم فآثره الرأس يكون عموديا أيضا على مسقط المرقم (م ن) أعني على ما تحت المرقم وعلى هذا اذا رسم من هذه النقطة العمود (ه ن) على ما تحت المرقم المذكور (م ن) يكون هذا العمود معدل النهار المطلوب

(والخامس) معرفة الزاوية المحصورة بين المرقم وما تحت المرقم ويتم ذلك بتدوير السطح المسقطي للمرقم حول ما تحت المرقم حتى ينطبق على سطح البسيطة لان السطح المسقطي الرأس للمرقم عبارة عن السطح الخارجا تحت المرقم (م ن) وبالمرقم الذي في الفراغ فاذا دَوَّر هذا السطح حول الخط (م ن) حتى ينطبق على السطح العمودي المفروض ينطبق المرقم الذي كان في الفراغ على السطح المذكور أيضا ولا شبهة في كونه يمر حيثئذ بالنقطة (م) ولكن ذلك لا يكفي لرسم المرقم المذكور فيلزم أن نعين نقطة ثانية منه خلاف النقطة (م) ولذلك نقول حيث ان مركز ثقب اللوحة واقع على المرقم فبعد التدوير المتقدم ذكره ينطبق ذلك المركز على السطح العمودي فاذا لاحظنا أن الخط الواصل هذا المركز الى مسقطه (ب) هو عمودي على ما تحت المرقم (م ن) فبعد التدوير يكون وضع هذا الخط عموديا على ما تحت المرقم بحيث لو رسمنا من نقطة (ب) خط (ب ب') عموديا على (م ن) وأخذنا (ب ب') مساويا لبعد مركز الثقب الى مسقطه بالطريقة التي سبق التكلم عليها تكون نقطة (ب') هي موضع مركز الثقب على سطح البسيطة بعد التدوير وحيث ان هذه النقطة واقعة على المرقم فاذا وصلنا نقطتي (م) و (ب') بالمستقيم (م ب') يكون هذا الخط موضع المرقم على السطح المفروض ويمكن اذن معرفة الزاوية (ب م ب') المطلوبة

هذا وقد سبق ان الزاوية المحصورة بين المرقم (ب م) وما تحت المرقم (م ن) هي عبارة عن عرض بلد معينة على سطح الكرة الارضية فبناء على ذلك كل بسيطة عمودية ترسم هنا تكون بسيطة افقية لتلك البلد وكذلك ما تحت مرقم الاولى يكون نصف نهار الثانية واللوحة المنقوبة تكون في موضع اللوحة المذكورة التي يفرض وضعها تجاه تلك البسيطة الافقية ومعدل النهار يكون واحدا في البسيطتين ونتيجة ذلك ان سائر الاجراءات اللازمة لانشاء البسيطة العمودية لا تخرج عن كونها نفس الاجراءات التي ذكرت فيما يتعلق بالبسيطة الافقية ولا يخفى ما في ذلك من التسهيلات

(والسادس) تعيين موضع البسيطة الاستوائية بعد التدوير المتقدم ذكره ولاجل ذلك يلاحظ أنه في أثناء هذا التدوير لا تتحرك النقطة (ن) التي هي نقطة تقاطع معدل النهار بما تحت المرقم فإذا فرضنا خطا واصلا بين هذه النقطة ومركز البسيطة في الفراغ ينطبق هذا الخط بعد التدوير على (ن^١) وتكون نقطة (ب^١) مركز البسيطة الاستوائية هذا وحيث ان الخط المذكور يمر بنقطة تقابل سطح الاستواء بمرقم البسيطة المفروضة وهو موجود على سطح الاستواء فيلزم أن يكون خط (ب^١ ن^١) عموديا على المرقم (م ن^١) ويكون ذلك امتحانا للرسم

(في كيفية الرسم)

(٦٥) اذا رسمنا بمقتضى الامور الستة السابقة نصف النهار (م هـ) (شكل ٣١) ومعدل النهار (ن هـ) وما تحت المرقم (م ن) ومركز البسيطة الاستوائية (ب^١) ثم أردنا تعيين خطوط ساعات البسيطة يلزمنا ابتداء تحديد محيط دائرة البسيطة الاستوائية وطريق ذلك أن نجعل نقطة (ن) مركزا ونقل نقطة (ب^١) الى نقطة (ب^٢) فتكون هذه النقطة عبارة عن الموضع الذي يأخذه مركز البسيطة الاستوائية على السطح العمودي المفروض عند تدويره حول معدل النهار

واذا جعلنا بعد ذلك نقطة (ب^٢) مركزا ورسمنا دائرة بنصف قطرها ثم وصلنا نقطتي (ب^١) و (هـ) بخط مستقيم فهذا المستقيم يقطع المحيط في نقطة يمكن اعتبارها نقطة الزوال وبتقسيم المحيط المذكور الى ٢٤ قسما متساوية بالابتداء من تلك النقطة تتعين اتجاهات خطوط ساعات البسيطة الاستوائية في رسمها وامتدادها الى تلاقى معدل النهار ثم يوصل نقط التلاقي بمركز البسيطة (م) نكون قد رسمنا خطوط ساعاتها ويتم حينئذ انشاء البسيطة المنحرفة المطلوبة

هذا واصعب رسم خطوط الساعات القريبة من أطراف البسيطة بواسطة خطوط ساعات البسيطة الاستوائية المتناظرة مع تلك الخطوط حيث ان الاولى تلاقى معدل النهار على ابعاد بعيدة جدا تستعمل طريقة من الطرق التي ذكرناها في المادة (٤٥) وما يعقبها من المواد فيرسم مثلا خط (ص ص^١) موازيا لخط الساعة الثامنة فيقطع خط الساعة (٢) في نقطة (ص) وتكون النقط التي على جاني هذه النقطة بابعاد متساوية نقطا من خطوط ساعات الاسطح السويعية الصانع بعضها

مع بعض ٩٠ درجة وعلى ذلك اذا وصل من تلك النقطة الى المركز (م) يحصل على المطلوب

(في معرفة طول وعرض النقطة التي تعتبر فيها المنصرف بسيطة افقية)

(٦٦) قد قلنا فيما سبق ان البسيطة العمودية هي بسيطة افقية لنقطة اخرى على سطح الكرة الارضية فاذا اريد معرفة عرض وطول تلك النقطة يمكن استخراجهما بسهولة من البسيطة العمودية . وذلك بان تفرض (م و) ماقت المرقم (شكل ٣١) فيكون هو نصف نهار ذلك المحل أعني خط زواله وتكون الزاوية (ب م و) الواقعة ما بين هذا الخط والرقم (م ب) عبارة عن تمام عرض المحل المذكور وبالضرورة يعلم منه العرض ولمعرفة الطول يقال حيث ان الشمس عند ما تكون على نصف نهار تلك الجهة تكون الساعة صفرا أعني ١٢ يكون الطول المطلوب مساويا للبعد الوقتي لنقطة تلاقى محيط البسيطة الاستوائية بالخط (م و) عن نقطة الساعة ١٢ من البسيطة العمودية

(في تعيين انحراف السطح)

(٦٧) اتا وان لم تذكر انحراف السطح عند ما تكلمنا على رسم البسيطة في ماذق (٦٤) و (٦٥) فلا صعوبة في استخراجها من نفس البسيطة المرسومة وذلك بان يقال حيث ان الخط (ب ح) (شكل ٣٠) موجود في سطح نصف النهار ومواز للافق والخط (ب د) موجود على سطح البسيطة ومواز للافق أيضا فهذان الخطان عموديان على خط (م هـ) الذي هو الفصل المشترك بين السطحين المذكورين أي سطح نصف النهار و سطح البسيطة وحيث انهما خارجان من نقطة واحدة (ح) على الفصل المذكور تكون الزاوية المحصورة بينهما عبارة عن زاوية سطح نصف النهار و سطح البسيطة ولكون انحراف السطح المطلوب هو تمام هذه الزاوية فمعرفة يكفى أن نخرج الزاوية (ب ح د) ونطرحها من ٩٠ درجة فالباقي يكون قيمة الانحراف المراد معرفته

(في بيان خط الطلوع والغروب)

(٦٨) اذا رسمنا من مركز اللوحة المثقوبة (ب) (شكل ٣١) خط (ع ع) موازيا للافق يمكن اعتبار هذا الخط نفس افق المحل بحيث تعتبر الشمس في وقت الطلوع أو الغروب كلما وجد مركزها بهذا الخط وحيث ان اللوحة المثقوبة مفروض

وضعها بهذا هذا الخط فالشعاع الخارج من ثقبها لا يقع من فوق الاقن المذكور بل يقع كل أيام السنة وقت الطلوع والغروب على نفس الاقن فلهذا السبب تكون خطوط ساعات البسيطة المرسومة فوق الخط (ح ح) لافائدة لها في العمل ويمكن الاكتفاء بالخطوط المرسومة تحته على أطوال بقدر اللازم

(في رسم البسيطة العمودية المنحرفة بطريق الحساب)

(٦٩) كما يمكن بطريق الحساب رسم أنواع البسيطة السابق ذكرها كذلك يمكن به رسم نوع آخر منها وهو البسيطة المنحرفة وذلك بان نفرض (ص ص) سطح البسيطة المطاوعة (شكل ٣٢) ونرسم فيه خطاً رأسياً (م ن) فهذا الخط يمكن اعتباره نصف نهار للسطح المذكور ولجميع السطوح الرأسية المارة من ذلك الخط ثم لنفرض مرور السطح الرأسى الاول من هذا الخط فاذا رسمنا سطحاً موازياً للاقن وفرضنا ان المرقم (م ح) يقطع هذا السطح في نقطة (ح) ووصلنا (ح ن) ثم رسمنا من (ن) خط (ل د) عموداً على (م ن) يكون (ح ن) هو نصف النهار الاقن و (ل د) معدل نهار السطح الرأسى الاول و (ص ص) الفصل المشترك بين الاقن و سطح البسيطة المفروضة والزاوية (ح ع) أعنى (ص ن د) انحراف سطح البسيطة على السطح الرأسى الاول

واذا فرضنا بعد ذلك بسيطة استوائية عمودية على المرقم في (ن ب) ورسمنا خط ساعة معلومة من خطوط ساعاتها وليكن (ب د) يكون خط الساعة المذكورة على السطح الرأسى الاول هو (م د) ونخطها على الاقن هو (ح د) واذا مسد هذا الخط يقطع (ص ن) في نقطة (ص) ويوصل هذه النقطة بنقطة (م) يكون خط (ص م) هو خط تلك الساعة المفروضة على بسيطتنا العمودية

وعلى ذلك فتنى فرضنا على سطح البسيطة خطاً رأسياً مثل (م ن) وخطاً موازياً للاقن (ص ص) يمكن بواسطة القوانين الآتية حساب البعد (ن ص) المقابل لساعة معلومة أو حساب الزاوية (هـ) أعنى (ص م ن) المقابلة لتلك الساعة ولكن يلزم ابتداء تعيين الزوايا (د) لساعات البسيطة الاقنية بواسطة القانون الذى حدث لنا في المادة (٤٩) وهو

$$\text{محاس (د)} = \text{محاس (هـ)} \text{ جيب (العرض) } \dots\dots\dots (١)$$

ثم وضع مقادير (د) في القوانين الآتية على حسب الأزمان المختلفة
فلايجاد القوانين المطلوبة نقول في الثالث (صه د) لنا

$$(1) \quad \frac{\text{جيب (صه د)}}{\text{جيب (د صه)}} = \frac{\text{صه د}}{د}$$

ولكن

$$\text{صه د} = د + د + د$$

$$= 90 + د$$

وكذلك

$$\text{د صه د} = 180 - (\text{صه د} + د)$$

$$= 180 - [د + 90 + د]$$

$$= 180 - 90 - (د + د)$$

$$= 90 - (د + د)$$

فتبديل (صه د) و (د صه د) بهاتين القيمتين في المعادلة (1) يكون لنا

$$\frac{\text{جيب (د + 90)}}{\text{جيب [د + د] - 90}} = \frac{\text{صه د}}{د}$$

$$= \frac{\text{تمام جيب (د)}}{\text{تمام جيب (د + د)}}$$

ومنها

$$\text{صه د} = د \times \frac{\text{تمام جيب (د)}}{\text{تمام جيب (د + د)}}$$

ولكن قد رأينا في الملة (هـ) أن

$$د = م \times \text{تمام جيب (العرض) مماس هـ}$$

فبوضع هذه القيمة بدلا من د في المعادلة الأخيرة يحصل

$$(2) \dots \text{صه د} = م \times \frac{\text{تمام جيب (العرض) تمام جيب (د) مماس هـ}}{\text{تمام جيب (د + د)}}$$

وهو طول البعد المطلوب

ولاستخراج قيمة الزاوية (هـ) يقال في المثلث (ص م و) القائم الزاوية

$$\frac{\sin \theta}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin 30^\circ}{\sin 90^\circ}$$

ومنها

$$\sin \theta = \sin 30^\circ = \frac{1}{2}$$

وبتعويض (ص م و) بهذا المقدار في المعادلة (٢) يحدث

$$\sin \theta = \frac{\sin 30^\circ \times \sin 60^\circ}{\sin 90^\circ} = \frac{\sin 30^\circ \times \sin 60^\circ}{1}$$

ومنها

$$\sin \theta = \frac{\sin 30^\circ \times \sin 60^\circ}{\sin 90^\circ} \dots \dots \dots (3)$$

وإذا تأملنا في القوانين الثلاثة التي استخرجناها نجد أنها كلها تحتوي على الكميات (هـ) والعرض و (ع) و (د) فمن اللازم إذن تبين كيفية استعمال كل واحدة منها بأن يقال إن الزاوية (هـ) تزيد خمس عشرة درجة لكل ساعة باعتبارها من ابتداء خط زوال البسيطة الاستوائية فلذلك يلزم جعلها خمس عشرة درجة لرسم أول خط من خطوط ساعات البسيطة العمودية وثلاثين درجة لرسم ثاني خط وخمسا وأربعين لرسم ثالث خط وهلم جرا وأما الزاوية (ع) فهي الزاوية الحادثة بين سطح البسيطة العمودية وبين السطح الرأسي الأول وقد سبق كيفية تعيينها فلا حاجة للتكرار هنا ولكننا نلاحظ أن البسيطة اذا كانت متجهة الى جهة الشرق كما هو مفروض في الشكل يمكن استعمال الكمية تمام جيب (د + ع) التي هي مقام القانونين (٢) و (٣) كما هي بخلاف ما اذا كانت البسيطة متجهة الى جهة الغرب فانه يلزم تبديل علامة الزاوية (ع) من الزائد الى الناقص فيؤول حينئذ المقام المذكور الى (٣٦٠ - ع) وأما (د) فهي زاوية ساعات البسيطة الافقية فيلزم حسابها بالنسبة لكل خط من خطوط الساعات بحسب الازمنة المختلفة فإذا أريد استعمال القوانين السالف ذكرها لرسم بسيطة عمودية في الاستانة العليا يمكن استخراج مقادير الكميات (د) من الجدول الذي ذكرناه في المائة (٤٩) وهذا مما يسهل الحسابات الأخرى هذا وما تقدم يعلم أنه اذا أريد رسم خطوط ساعات البسيطة بواسطة الزوايا الحادثة

بينها يستعمل القانون الثالث وإذا أريد تعيين نقطة على كل خط من خطوط الساعات
خلاف مركز البسيطة يستعمل القانون الثاني وإذا أريد شيء آخر سوى ذلك يجري فيه
العمل كما تقدم مثاله

الفصل الثالث

(في بيان رسم البسائط على أسطح مستوية مائلة على الافق)

(٧٠) لرسم البسيطة المائلة على الافق يرجع استعمال اللوحة المثقوبة على ماسواها
فلهذا السبب يلزم أولا مراعاة الامور التي ذكرت في الملة (٦٣) لوضع اللوحة
المذكورة ثابتة بحيث تكون موازية لسطح البسيطة وثانيا أن الخيال الضوئي يقع
على البسيطة في مئة امكان استضافتها بأشعة الشمس وثالثا أن الفصل المشترك بين
سطح البسيطة والشعاع المار بثقب اللوحة لا يقع خارجا عن البسيطة ورابعا رسم
خطوط الساعات في المحلات التي يمر بها الخيال الضوئي في الاوقات المختلفة فبعد
وضع اللوحة المثقوبة ثابتة تجاه البسيطة بالكيفيات المارة ذكرها يرسم نصف نهارها
بالطريقة الاتية ثم يجري باقي العمل كما تقدم عند الكلام على البسيطة المنحرفة
(في رسم نصف نهار البسيطة بواسطة موقع الخط الرأسى ونقطة الزوال)

(٧١) بعد وضع اللوحة المثقوبة على مقتضى ما ذكر آنفا اذا أريد تعيين الفصل
المشترك بين سطح البسيطة وسطح نصف النهار أعنى خط نصف نهار البسيطة يفرض
خط رأسى مثل (ب ح) (شكل ٣٣) نازل من مركز ثقب اللوحة وليكن (ح)
موقعه على سطح البسيطة (ل ح) ثم يقال حيث ان الخط الرأسى المذكور موجود
كله في سطح نصف النهار فالنقطة (ح) تكون بالضرورة موجودة على خط نصف
النهار المطلوب فلذا رصد وقت الزوال بمقتضى ساعة منتظمة الحركة وهبت فيه نقطة
الخيال الضوئي (د) الواقع على سطح البسيطة تكون هذه النقطة نقطة ثانية على
خط نصف النهار فبوصلهما يكون خط (د ح) هو نصف النهار المطلوب هذا اذا سقط
الخط الرأسى (ب ح) على سطح البسيطة وأما اذا وقع خارجا عنه كما اذا وقع في نقطة
(ح) على الافق فترسم نصف النهار الافقى (ح و) فيقطع الاثر الافقى لسطح البسيطة
(ل ح) في النقطة (و) التي هي بالضرورة نقطة من نقط نصف النهار فبوصلها
بنقطة (د) يكون خط (د و) هو نصف النهار المطلوب

وإذا لم يقع التلبال الضوئي وقت الزوال على سطح البسيطة بل على سطح أفقي أو عمودي يرسم من موقعه نصف نهار أفقي أو عمودي فتكون نقطة تلاقيه بأثر سطح البسيطة هي إحدى نقط نصف النهار المطلوب فعلى ذلك إذا فرضنا أن الضوء المذكور لم يقع على نقطة (د) بل على نقطة (د') الموجودة في سطح عمودي يرسم نصف النهار العمودي (د هـ) الذي يقطع الأثر العمودي للسطح (ل ح) في نقطة (هـ) ونصل هذه النقطة بالنقطة (ح) أو بالنقطة (و) على حسب كون الخط الرأسى (ب ح) واقعاً في نقطة (ح) أو في نقطة (ح') فما كان فهو خط نصف النهار المطلوب

(في إمكان فرض سطح البسيطة المذكورة أفقاً)

(٧٢) ينشأ فيما تقدم أن سطح البسيطة مواز لافق نقطة من نقط الكرة الأرضية وعليه يكون نصف نهار تلك النقطة عمودياً على السطح المذكور فإذا فرضنا مركزاً ما مركز اللوحة المثقوبة يكون مسقطه أى ماتحت المرقم خط زوال أفق النقطة المارة ذكرها أعني نصف نهارها وتكون الزاوية المأداة بين المرقم وما تحتته هي عرض تلك النقطة فإذا رسمنا ماتحت المرقم وعيننا العرض المذكور بالطرق التي ذكرناها فيما سبق ثم أنشأنا بسيطة لتلك النقطة نكون قد رسمنا بسيطتنا المطلوبة غير أنه يلاحظ في بيان الساعات للمحل الذي نحن فيه أن يكون إجراء تقسيمات البسيطة الاستوائية بالابتداء من نصف النهار لا مما تحت المرقم كما ذكر آنفاً

(في كيفية الرسم)

(٧٣) قد فهم مما أوضحناه أنه يلزم بعد وضع اللوحة المثقوبة ورسم نصف النهار أن يعين ماتحت المرقم وكيفية تعيينه أنه يبحث ابتداء عن موقع العمود النازل من ثقب اللوحة على سطح البسيطة وعن مركز البسيطة أما الموقع المذكور فهو نفس مركز الدائرة المرتكز على محيطها الثلاث أرجل اللوحة المثقوبة لأن المركز المذكور هو عبارة عن مسقط مركز الثقب على سطح البسيطة وأما مركز البسيطة فلا يجابه يلزم تدوير سطح المرقم حول خط نصف النهار فليكن (م ح) نصف نهار البسيطة (شكل ٢٤) و (ب) مسقط مركز ثقب اللوحة وترسم من هذه النقطة العمود (ب ح) على نصف النهار المذكور ولنفرض سطحاً ما ما هذا العمود والعمود السابق ذكره أى النازل من مركز الثقب على سطح البسيطة فيتكون فيه مثل قائم

الزاوية قاعدته (ب ح) وارتفاعه بعد مركز الثقب عن سطح البسيطة ووتره خط واقع بين مركز الثقب ونصف النهار وموجود في سطح المرقم فلاجل تعيين طوله نقيم العمود (ب ب') مساويا لارتفاع المثلث المذكور ونصل (ب ح') بمستقيم يكون هو الوتر المطلوب وتكون نقطة (ب') موضع مركز الثقب على سطح البسيطة بعد تدويره حول خط (ب ح). وإذا أريد إيجاد موضعه بعد تدوير سطح المرقم حول الخط (م ح) نرسم من نقطة (ح) قوسا بوتر مساو للبعد (ب ح) فتكون نقطة (ب') هي هذا الموضع

وقد ذكرنا في الملة (٧١) أنه لرسم نصف نهار البسيطة يلزم تنزيل خط رأسي من مركز ثقب اللوحة وتكون (ل) نقطة تلاقيه بسطح البسيطة فلعرفة موضع الخط المذكور نلاحظ أنه في أثناء تدوير سطح نصف النهار حول (م ح) لا تتحرك النقطة (ل) وحيث أنه مفروض أن الخط الرأسي ماز بمركز الثقب فبعد انطباق سطح نصف النهار على سطح البسيطة ينطبق الخط المذكور على البسيطة أيضا وبعر حينئذ من كل من النقطتين (ل) و (ب') نرسم خط (ب' ل) بتعيين موضع الخط الرأسي المطلوب

وإذا أردنا رسم المرقم نلاحظ أنه يصنع مع الخط الرأسي زاوية مساوية لتمام عرض الحمل فإذا رسمنا (ع ب') بحيث تكون زاوية (ع ب' ل) تساوي تمام العرض يكون خط (ع م) موضع المرقم على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركزها ويكون خط (م ب) مسقط المرقم أي مائحته وإذا أريد بعد هذا رسم معدل النهار بحيث أولا عن خط الاستواء وهو خط عمودي على موضع المرقم (م ب') على سطح البسيطة فإذا رسمنا من نقطة المرقم (ب') العمود (ب' هـ) على (م ب') نكون قد عينا أثر خط الاستواء على سطح نصف النهار وحيث أن نقطة (هـ) التي هي نقطة تقاطع العمود المذكور بخط (م ل) هي إحدى نقط الأثر المذكور ولم تتحرك عند تدوير سطح نصف النهار حول خط (م ل) تكون إذن نقطة من نقط أثر خط الاستواء على سطح البسيطة أي تكون نقطة من نقط معدل النهار المطلوب ولهذا لم يتبدل تقسيمات البسيطة الاستوائية مما تحت المرقم بل من نقطتي تقاطع الخط الواصل بين هذه النقطة (هـ) وبين مركز البسيطة الاستوائية بحيط البسيطة المذكورة وحيث أن خط الاستواء فرضا عمودي على المرقم فأثره على سطح البسيطة

يكون عموديا على مائحت المرقم وعلى مقتضى أصول الهندسة الوصفية يكفي لايجاد هذا الاثر أن نرسم على مائحت المرقم (هـ) العمود (ب م) من نقطة (هـ) فيكون هو معدل النهار المطلوب

وأما سائر الرسوم فيتبع في اجرائها ما بين في مادة (٦٥) أي يلزم أولا تدوير المرقم حول مائحته ولاجل ذلك يؤخذ على مائحت المرقم عمود (ب ب) يساوي البعد (ب ب) ثم يوصل (م ب) و (ب ب) فيكون الخط الاول هو المرقم والثاني هو خط الاستواء وهما متعامدان ومن قدامهما أوعده تعلم صحة الرسم أوعدها ثم من نقطة (و) مركز يصير نقل (ب) الى (ب) فبذلك تكون قد دورنا سطح الاستواء حول معدل النهار وطبقناه على سطح البسيطة وطبقنا مركز البسيطة الاستوائية على نقطة (ب) فاذا رسمت دائرة ما من المركز (ب) تكون هي محيط البسيطة الاستوائية

وبعد ذلك اذا وصلت النقطة (هـ) بالمركز (ب) فانخط الواصل (هـ ب) يقطع محيط البسيطة في نقطة الزوال ١٢ التي يلزم بدء التقسيمات منها كما ذكر آتينا فبعد وضع أرقام الساعات بالنسبة لحركة الشمس يوصل من المركز (ب) الى جميع نقط التقاسيم وعند الخطوط الحادثة الى أن تلاقى معدل النهار ثم يوصل نقط التلاقي بمركز البسيطة (م) فتكون هي خطوط ساعات بسيطتنا المطلوبة

(في بيان خط الطلوع والغروب)

(٧٤) القواعد التي ذكرناها الى الآن كافية في رسم البسائط على السطوح المستوية مهما كان وضع تلك السطوح الا أنها قد تقتضي رسم خطوط الساعات على أطوال زائدة بدون فائدة فلنعم ذلك يلزمنا البحث عن اتجاه الخيال الضوئي وقت الطلوع والغروب بأن يقال حيث ان الشمس في وقت الطلوع والغروب تكون في الافق فاذا رسمنا من مركز ثقب اللوحة سطحا موازيا لسطح الافق يقطع سطح البسيطة في مستقيم أفقي لا يتجاوزه الخيال الضوئي وحينئذ يمكن عدم امتداد خطوط الساعات من فوق الخط المذكور

(في القواعد العمومية لرسم البسيطة على أي سطح كان)

(٧٥) من المعلوم أن السطوح على نوعين مستوية ومضنية والقواعد التي تقدمت الى الآن انما تبحث عن رسم البسائط على السطوح المستوية وقد تمس الحاجة

لرسمها على سطوح منحنية فيلزم لاتمام القائدة أن تتكلم على ذلك فنقول ان القواعد التي ذكرناها فيما يتعلق بالسطوح المستوية يمكن تطبيقها على ما يتعلق بالسطوح المنحنية ولكن عمليات الرسم تختلف في النوعين بل وفي كل صنف من أصناف السطوح المنحنية اذ لا يخفى أن لكل سطح منحن خواص هندسية ذاتية بحيث يطول بنا الكلام لو أردنا استيفاء القول فيها ولهذا رأينا أن لا نذكر شيئا من تلك الخواص اذ محل ذكرها الهندسة الوصفية ونكتفي الآن بذكر ما لا بد منه من القواعد العمومية فنقول . اذا أريد رسم بسيطة على سطح منحن يلزم وضع المرقم موازيا لمحور العالم ثم تعيين الفصول المشتركة بين السطح المنحني وبين السطوح السوية المارة بالمرقم ولأجل ذلك ترسم بسيطة استوائية عمودية على المرقم ثم يبحث عن خط زواها الذي يتبدئ منه تقسيمات الساعات ويكون ذلك بالبحث عن الفصل المشترك بين سطحها و سطح نصف النهار ثم ترسم باقي خطوط ساعاتها وترسم بعد ذلك خطوط ساعات البسيطة المطلوبة بنفس الطرق التي سبق ذكرها عند الكلام على البسائط المتنوعة أي يصير امتداد خطوط ساعات البسيطة الاستوائية الى أن تلاقى السطح المنحني المقروض فتكون تلك النقط من نقط خطوط البسيطة المطلوبة وبذا يسهل رسمها أيا كان السطح المنحني المقروض

هذا ولا يخفى أن قواعد الرسم التي ذكرناها فيما يتعلق بالسطوح المستوية يمكن العمل بها على نفس تلك السطوح مباشرة بدون احتياج الى رسمها ابتداء على الورق وهنا لا يمكن ذلك لانه عند ما يراد رسم بسيطة على سطح منحن يحتاج الامر الى استعمال سطوح مسقطية لأجل تعيين مساقط المرقم وسائر الخطوط والسطوح فان كان السطح المنحني قابلا للانتشار تنشر تلك المساقط على ورقة بالطرق الهندسية الوصفية وبالصاقها بالسطح المنحني تعلم البسيطة المطلوبة وان لم يكن السطح المذكور قابلا للانتشار فلا يمكن نشر المساقط بالطرق المذكورة فيلزم في هذه الحالة تعيين نقطتين على كل خط من خطوط الساعات بواسطة المعينات (م) والمرتببات (ع) ثم تتم الرسوم المذكورة

الفصل الرابع

(في بيان رسم المنصيات الظلية التي تتكون على سطح البسيطة حينما تكون الشمس في رؤس البروج)

(٧٦) البسائط التي ينار رسمها في جميع ما تقدم تختص بمعرفة الاوقات فقط ويمكن أن يستفاد منها زيادة على ما ذكر معرفة أمور أخرى مهمة ولكن بإضافة قليل من الرسم اليها فلتسكلم على ذلك تمييزا للقوائد وتكثيرا للتأثير فنقول من الممكن أن يفرض أن الشمس ترسم كل أربعة وعشرين ساعة دائرة يومية عمودية على محور العالم بدون أن يحدث عن ذلك الفرض خطأ محسوس فاذا تصورنا رسم مستقيم ما بين الشمس ورأس شاخص البسيطة أو مركز ثقب اللوحة ثم فرضنا ذلك الخط ثابتا عند رأس الشاخص أو مركز الثقب المذكور فبدوران الشمس على محيط الدائرة اليومية يرسم ذلك الخط منحروطين متعدي الرأس أحدهما متجه نحو الشمس ويسمى بالمنحروط الضوئي والآخر متجه نحو سطح البسيطة ويسمى بالمنحروط الظلي وهذا المنحروط يقطع سطح البسيطة على منحن يسمى بالمنحنى المظلم كما تقدم في الفصل الاول ودرجة انحناء هذا المنحنى وموضعه على البسيطة يكونان بنسبة بعد الشمس عن خط الاستواء فينبعان على الدوام ميلها بحيث يكون لكل يوم منحن مخصوص وبناء على هذا اذا أمكن رسم منصيات جميع الايام أو بعضها قبل تلك الايام يتيسر للانسان أن يعرف ميل الشمس المقابل ليوم معلوم وفي أي برج توجد الشمس وكما عدد أيام السنة وذلك بالبحث عن المنحنى الذي يرسمه في ذلك اليوم انحيال الضوئي أو ظل رأس شاخص البسيطة فخرصا على اقتناص هذه القوائد الجليلة بإدرانا بذكر كيفية رسم تلك المنصيات التي لا تخرج عن كونها بعض القطوع المنحروطية وهي القطع الزائد والقطع المكافئ والقطع الناقص والدائرة ولنهت لذلك بالبحث عن نوع انحناء كل منها بالنسبة للنقط المختلفة على سطح الكرة الارضية فنقول

ليكن (هـ ع) (شكل ٣٥) نصف النهار لبسيطة افقية و (هـ) مركزها و (م هـ) المسقط الافقي للمرقم و (هـ م) مسقطه الرأسى ولنفرض مركز الكرة السماوية عند رأس الشاخص أو مركز الثقب (م) فكل دائرة مثل (ن ب هـ) ترسم يجعل هذه النقطة مركزا يمكن أن تعتبر نصف نهار الحمل أو الكرة السماوية وكذلك يمكن فرض المرقم (ك ك) محور العالم و (ط ط) خط الاستواء والخطين (د د) و (ن ن) الموازيين لهذا الخط على بعد ثلاث وعشرين درجة وثمان وعشرين دقيقة مدارى السرطان والجدي فيما ذكر تكون جميع الدوائر التي ترسمها الشمس في أيام الفصول الاربعة محصورة بين هذين المدارين

ويستنتج من هذا الرسم اننا لو فرضنا الشمس عند نقطة (ط) أعنى على خط الاستواء يكون شعاعها في ذلك اليوم هو الخط (ط م) العمودى على محور العالم وحينما تتم دورتها في اليوم المذكور يرسم هذا الخط سطحا مستويا عموديا على محور العالم والمخروطان السابق ذكرهما يقعدان وبصيران سطحا مستويا ولهذا السبب يكون الصحنى الظلم المقابل لذلك اليوم خطا مستقيما هو والفصل المشترك بين سطح الاستواء وسطح البسيطة أى معتدل النهار وبناء على ما ذكر اذا مددنا خط الاستواء (ط ط') الى أن يلاقى محور المساقط ورمعنا من نقطة الملائقة العمود (م م') على المحور المذكور يكون هذا الخط هو معتدل النهار المطلوب وهذا الخط يكون عموديا على خط الزوال في البسائط العمودية على سطح نصف النهار وأما في البسائط المائلة على نصف النهار فيكون عموديا على ما تحت المرقم

واذا فرضنا أن الشمس ليست على خط الاستواء بل على شماله في أقصى بعد منه وهو مدار السرطان (د د') ووصلنا موضعها (د) بالنقطة (م) ففي أثناء ما تتم حركتها اليومية يرسم الشعاع (م د) المخروط الجنوبي (د م د') والمخروط الظلى (م م د') وحيث ان هذين المخروطين يلاقيان الافق المفروض فهو يقطعهما على قطع زائد يكون أحد رؤسه عند (د') والاخر عند (د') وإذا فرضناها على جنوبيه في أقصى بعد منه أيضا وهو مدار الجدى نجد نفس القطع الزائد المتقدم ذكره ومن ذلك يستنتج أن القطوع الزائدة المتقابلة للأيام التى تكون فيها الشمس في النصف الجنوبي من الكرة السماوية هي نفس القطوع المتقابلة للأيام التى تكون فيها الشمس في النصف الشمالى على التناظر

هذا ويفهم من الشكل انه يلزم لايجاد قطع زائد ليوم من أيام السنة في بلدة ما ان يكون افق تلك البلدة يقطع الدوائر اليومية وهذا يتوقف على كون البلدة في المنطقة الحارة أو المعتدلة أما لو كانت في المنطقة الباردة فلا يقطع افقها الدوائر المذكورة الا في بعض أيام السنة ففي تلك الايام يكون القطع زائدا أيضا وأما اذا كان الافق مماسا للدوائر اليومية فيكون القطع مكافئا ويكون ذلك في يوم أو يومين من أيام السنة وإذا لم يلاقى الافق تلك الدوائر بالمرّة يكون القطع ناقصا وفي عرض تسعين أى في القطب يكون القطع دائرة تامة . ولايضاح جميع ذلك نقول

حيث ان زاوية (م ه ب) تساوي عرض البلد فالافق (ب ه) يتغير بتغير العرض
المذكور فاذا غيرنا الزاوية (م ه ب) على التدرج من الصفر الى ٩٠ درجة يتضح
لنا جميع الاحوال المذكورة آنفا فالبلاد التي في المنطقة الحارة يقطع افقها جميع
الدوائر اليومية كما قلنا وحيث ان المصنى يكون هناك دائما قطعا زائدا واذا اشترطنا ان
لا يقطع الافق (ب ه) أحد المخروطات مثل (د م د) يلزم أن يكون خط (ب ه) موازيا
لخط (م د) فينتد يكون

$$\text{د م ط} + \text{ط م ه} + \text{م ه ب} = ١٨٠^\circ$$

أعني

$$\text{ميل الشمس} + ٩٠^\circ + \text{عرض البلد} = ١٨٠^\circ$$

وبالاختصار

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} = ٩٠^\circ$$

وعلى ذلك فكل يوم في بلدة ما تتحقق فيه هذه المعادلة يكون قطع المخروط الظلي فيه
موازيا لاحد مولداته فالمصنى الحاصل حينئذ يكون كما هو معلوم من نظريات الخطوط
المخروطية قطعاً مكافئاً

وأما الايام التي يكون فيها

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} < ٩٠^\circ$$

فتكون فيها مولدات المخروط كلها مقطوعة ويكون حينئذ المصنى قطعاً ناقصاً
أما اذا كان

$$\text{عرض البلد} = ٩٠^\circ$$

فيكون قطع المخروط عمودياً على المحور والمصنى يكون دائرة
وأما اذا كان

$$\text{ميل الشمس} + \text{عرض البلد} > ٩٠^\circ$$

نقط الافق يصنع مع المولدين النهائيين المثلث (س م ه) كما تراه في الشكل وفي هذه الحالة
يكون قطع المخروط دائماً قطعاً زائداً

هذا واذا أريد معرفة العروض التي يتولد فيها كل نوع من أنواع المنحنيات المذكورة
يوضع في هذه المعادلة

$$\text{ميل الشمس} + \text{العرض} = ٩٠^\circ$$

بدلاً من ميل الشمس ميلها الاعظم المساوي (٢٨° و ٢٣°) بالتقريب فيحدث

$$\text{العرض} = ٩٠^\circ - ٢٨^\circ \text{ و } ٢٣^\circ = ٦٢^\circ \text{ و } ٦٦^\circ$$

ثم يقال ان كل بلدة عرضها أقل من هذا المقدار أى من (٢٢° و ٦٦°) بان كانت من البلاد التى فى المنطقة المعتدلة أو الحارة يكون فيها المهنى دائماً قطعاً زائداً وكل بلدة يزيد عرضها عن ذلك المقدار بأن تكون من البلاد التى فى المنطقة الباردة يختلف فيها القطع فيكون زائداً فى أيام كثيرة يليها يوم واحد يكون فيه مكافئاً ثم يليه أيام أخرى يكون فيها ناقصاً ثم يليها يوم يرجع فيه مكافئاً وبعد ذلك يرجع القطع زائداً ويتم الدور على ما تم عليه أولاً وهكذا

(القاعدة الاولى لرسم المهنيات المظلمة)

(٧٧) اذا اريد رسم المهنيات المظلمة لآى محل كان يلزم أولاً البحث عن نوع كل منها بالنسبة لذلك المحل ثم يجرى العمل كما سيد كر بعد ولكن ينبغي لنا أن نلاحظ انه اذا كان المراد رسم جميع المهنيات لمحل واحد فانه ينشأ عن ذلك اختلاط فى الخطوط على سطح البسيطة فضلاً عن زيادة المشقة فى الرسم وبهذا السبب تقل المنفعة المتصورة من تلك المهنيات فالأوفق أن لا ترسم مهنيات جميع الايام بل المهنيات المقابلة فقط للدوائر التى ترسمها الشمس عند حلولها فى رؤس بعض البروج الاثنى عشر المنقسم اليها المدار الذى تقطعه الشمس فى مدة السنة . ليكن (د) (شكل ٣٥) المدار المذكور أى دائرة البروج فاذا عين عليه ست نقط مقابلة لمبادئ ستة من البروج دلت نفس هذه النقط على مبادئ الستة بروج الأخرى المقابلة للاولى وحيث ان كل واحدة من هذه النقط مشتركة بين برجين يمكن اعتبار كل نقطة مبدأ لبرجين متناظرين وحينئذ يكتب برسم منحن واحد لكل برجين وحيث ان لكل برجين متقابلين بالتناظر ميلاً واحداً يكون الجزء (م د) من (د ق) محتوياً على برجين فصلى الربيع والصيف والجزء (م ق) على برجين فصلى الخريف والشتاء وبناء على ذلك يؤل الامر الى رسم المهنيات المقابلة لميول الشمس فى ابتداء الفصول الاربعة المذكورة فقط ودونك جدولاً فى ذلك

ميل الشمس

أسماء البروج

- (١) في مبدأ الحمل والميزان ٠٠ ٠٠
 (٢) في مبدأ الثور والسنبلة والعقرب والحوت ± ٢٩ » ١١
 (٣) في مبدأ الجوزاء والاسد والقوس والدلو ± ١٠ » ٢٠
 (٤) في مبدأ السرطان والجدي ± ٢٧ » ٢٣

فاذا أخذنا على نصف النهار فوق خط الاستواء وتحت الابعاد (ط ح) و (ط ح)
 و (ط د) و (ط ح) و (ط ح) و (ط ح) مساوية للميول المذكورة وفرضنا ان
 الشمس في مبدى البروج تكون على النقط (د) و (ح) و (ح) و (ط) و (ح)
 و (ح) و (ح) فبوصل جميع هذه النقط برأس الشاخص (م) يمكن ايجاد ظل
 النقطة (م) على البسيطة وقمما تكون الشمس في تلك النقط وذلك بأن نأخذ الخطوط
 الواصلة تلك النقط بنقطة (م) الى أن تقطع محور المساقط (م هـ) ثم من نقط
 الملاقاة نقيم أعـمـدة على المحور المذكور فتقطع نصف النهار (ع هـ) في النقط
 (د و ع و ح و ط و ح و ع و ح و ع) ويكون كل نقطة منها رأس منحن منظم
 لبرجين متقابلين

ومن المعلوم أن الشمس تنتقل من برج الى برج آخر في مدة ثلاثين يوما ويوم
 الانتقال هو ما بين اليوم السابع والحادي عشر من كل شهر رومى ففى هذه الايام
 ينتقل ظل النقطة (م) التى بعدها عن (م) مساو للبعد (ب م) من احد المنحنيات
 المرسومة الى منحن آخر

هذا ومتى تم تعيين رؤس المنحنيات بالكيفية المارة ذكرها يبحث عن نقط اخرى لكل
 منحن فاذا أخذنا اليوم الذى فيه ترسم الشمس مدار السرطان (د د) مثلا وأردنا رسم
 المنحنى المقابل لذلك اليوم نبحث عن المساقط الرأسية على خط (د د) للنقط التى تكون
 فيها الشمس فى أول كل ساعة من ساعات اليوم المفروض ثم نصل هذه المساقط برأس
 المرقم ونعين على سطح البسيطة آثار الخطوط الواصلة فتكون تلك النقط من ضمن نقط
 المنحنى الذى يرسمه ذلك اليوم ظل رأس المرقم على سطح البسيطة

ولايجاد النقط التى تكون عليها الشمس فى أوائل الساعات يلاحظ أنها نقط تلاقى
 محيط الدائرة اليومية (د د) بالسطوح السويعية الصائفة بعضها مع بعض زوايا
 متساوية على خمس عشرة درجة فلايجاد المساقط الرأسية لهذه النقط تدور الدائرة

(د د) حول قطرها (د د) حتى تصير موازية لسطح المساقط الرأسية ويكنى في ذلك أن يرسم من منتصف الخط (د د) وبالبعد (د ٦) نصف دائرة فتكون قطعة تلاقي محيطها بنصف النهار التي هي (د) هي نقطة الزوال وإذا قسمنا نصف هذه الدائرة بالابتداء من النقطة المذكورة اثني عشر قسما متساوية يعلم من نقط التقاسيم مواضع الشمس وقت الساعات (١٢) و (١٠) و (٩) و وهكذا فبإرجاع الدائرة المذكورة الى وضعها الأصلي تحرك كل نقطة من تلك النقط على عمود نازل منها على الخط (د د) وتكون مواقع هذه الأعمدة (١٢) و (١٠) و (٩) و وهكذا عبارة عن المساقط الرأسية لتلك النقط . ولايجاد موقع ظل النقطة (م) وقت مرور الشمس بهذه النقط نصلها جميعا بالنقطة (م) ونبحث عن آثار الخطوط الواصلة فتكون هذه الآثار مواضع الظل المذكور فلنصل اذن النقط المفروضة بخطوط مستقيمة ونغدها الى أن تلاقي محور المساقط ثم من نقط التلاقي نقيم أعمدة على المحور المذكور ثم يقال حيث ان الظل المقابل لكل ساعة لابد أن يوجد في البسيطة على خط تلك الساعة فإذا مددنا هاته الأعمدة الى أن تقطع خطوط ساعات ما قبل الزوال وما بعده تحصل على النقط المطلوبة فإذا اعتبرنا على خط (د د) النقطة (٩) ووصلناها بنقطة (م) ومددنا الخط الواصل بينهما الى أن يلاق محور المساقط ثم أخذنا من نقطة التلاقي عمودا على المحور المذكور يقطع خط الساعة (٩) قبل الزوال وما يقابله بعد الزوال أعنى خط الساعة (٣) وتكون نقطتنا (٩) و (٣) من ضمن نقط المنحنى الظلم المقابل لليوم المفروض وبالإجراء على هذا المنوال يمكن تعيين نقط كثيرة من نقط المنحنى المذكور وبضم بعضها الى بعض يتم المقصود

ويرى من الشكل أن المنحنى الذي رسم بهذه الطريقة نظرا لمدار السرطان هو نفس المنحنى الذي يرسم نظرا لمدار الجدي وأما المنحنيات الوسطى فتسم بالطريقة المتقدمة وهي ستة منحنيات كما ترى في الشكل وقد كتبنا بجانب كل واحد منها اسم البرج المختص به فتم وقع ظل رأس المرقم على واحد منها يعلم البرج الحالة فيه الشمس بالنسبة للفصول الأربعة

(ملحوظ على القاعدة الأولى هذه)

(٧٨) ان هذه القاعدة فضلا عن كونها طويلة لا يمكن استعمالها في البساط التي لم

تكن أسطحها عمودية على سطح نصف النهار فلماذا رأينا أن تذكر طريقة أخرى
مشتملة على جميع أنواع البساط

(تبيينه)

حيث ان سطح نصف النهار يقسم كل بسيطة عمودية عليه قسمين متساويين متناظرين
نقط نصف نهار البسيطة يقدم حينئذ المصنى المظلم قسمين متساويين متناظرين أيضا
ولذلك يكون الخط المذكور هو المحور الأكبر للمصنى وأما البساط التي ليست عمودية
على سطح نصف النهار فعور المصنى فيها هو ما تحت المرقم

(في القاعدة الثانية لرسم المصنيات المظلمة)

(٧٩) لسهولة رسم المصنيات المظلمة لبسيطة ما عمودية كانت على سطح نصف النهار
أو مائلة عليه يقال تصور على كل سطح سويى مثلثا قائم الزاوية بحيث يكون أحد
ضلعي الزاوية القائمة مشتركا في جميع المثلثات وهو المرقم أعنى الخط الواصل بين
مركز البسيطة الاستوائية ومركز البسيطة المقروضة ويكون الضلع الآخر عبارة عن
الجزء المحصور بين مركز البسيطة الاستوائية ومعدل النهار من خط الساعة الاستوائية
المقابلة لكل سطح سويى ويكون الوتر عبارة عن الجزء المحصور بين مركز البسيطة
المقروضة ومعدل النهار من كل خط من خطوط ساعات هذه البسيطة وإذا تعينت
المواضع التي تكون فيها الشمس على الدائرة اليومية في ابتداء كل ساعة من ساعات
يوم معين فأشعة الشمس الآتية الى مركز البسيطة الاستوائية في الاوقات المذكورة
من ذلك اليوم تصنع مع خطوط ساعات تلك البسيطة زوايا متساوية قيمتها ميل الشمس
في اليوم المقروض وبناء على ما ذكر اذا أريد رسم المصنيات المذكورة في المادة
(٧٧) تفرض سبع دوائر يومية وترسم سبعة أشعة بحيث يصنع بعضها مع بعض في
الدائرة الاستوائية على سطح البسيطة سبع زوايا مساوية لميل كل دائرة يومية على
خط الاستواء ويكون الشعاع الاوسط عموديا على المرقم وحينئذ يكون عبارة عن خط
الاستواء ويقطع خط ساعة بسيطتنا أعنى وتر أحد المثلثات المتقدم ذكرها الموجود
في سطح نصف النهار في النقطة التي يلاقيه فيها معدل النهار وأما سائر الأشعة فانها
تقطع الوتر المذكور على عيين وشمال النقطة المذكورة وتكون جميع هذه النقط هي
رؤس المصنيات المطلوب رسمها

و يستفاد أيضا من المواد السابقة أنه اذا تعينت على كل وتر من أوتار المثلثات نقط
مثل النقط المتقدم ذكرها ثم طبقت على خطوط الساعات تحدث نقط عديدة اذا ضم
بعضها الى بعض بخطوط منضبة ترسم المنحنيات المطلوبة

ليكن (هـ) (شكل ٢٦) مركز البسيطة و (ص ص) خط معتدل النهار و (هـ ص)
أحد خطوط الساعات ثم لنفرض أن طول المرقم معلوم وهو البعد ما بين مركز البسيطة
المفروضة والبسيطة الاستوائية ونبحث حينئذ عن المثلث القائم الزاوية المفروض
في السطح السويحي المار بالخط (هـ ص) ونطبقه على سطح البسيطة فنحيط ان
وتر هذا المثلث عبارة عن البعد (ل هـ) ومعلوم أن كل دائرة مركزها منتصف وتر
مثلث قائم الزاوية ونصف قطرها نصف ذلك الوتر يكون محيطها مارا برأس الزاوية
القائمة فلو جعلنا حينئذ منتصف (ل هـ) وهو (م) مركزا ورسمنا دائرة بنصف
قطر مساو لنصف البعد (ل هـ) فمحيطها يمر برأس المثلث المطلوب وحيث ان رأس
المثلث المذكور عبارة عن مركز البسيطة الاستوائية والفرض معرفة بعده عن المركز
(هـ) فاذا رسمنا من هذه النقطة قوسا بالبعد المذكور فنقطه تلاقيه بالحيطة تكون
رأس المثلث فليكن (م) تلك النقطة وبوصلها بنقطتي (هـ) و (ل) يحدث المثلث
المطلوب (هـ م ل) واذا رسمنا بعد ذلك الزوايا

(ط م ح) و (ط م د) و (ط م ع) وهكذا

المساوية كل واحدة منها ميل احدى الدوائر اليومية السبع فالاشعة

(ط م) و (ط م) وهكذا

تقطع (هـ ص) في النقط

(١) و (٢) و (٣) و (٤) و (٥) وهكذا

وهي النقط المطلوبة أعني نقط المنحنى المظم المقابلة لرؤس بروج الحمل والثور والجوزاء
والسرطان والاسد وهكذا

وكما عينا هذه النقط على (هـ ص) يمكننا أن نعين مثلها على سائر خطوط الساعات
بواسطة تلك الاشعة السبعة نفسها وليبان ذلك نفرض خطا آخر (هـ ك) من خطوط
الساعات ونلاحظ أن المثلث المقابل لهذا الخط وتره يساوي البعد (هـ ب) فاذا أخذنا
هذا البعد بدلا من وتر المثلث الاول ورسمنا به قوسا يقطع خط الاستواء (م ب) في
نقطة (ب) يكون المثلث الثاني هو (هـ م ب) والاشعة بمثلها تقطع الوتر (هـ ب)

في النقط (١) و (٢) و (٣) و وهكذا فننقلها على الخط المفروض (هـ هـ) فنجد
النقط المطلوبة وبشكرار هذا العمل على سائر خطوط الساعات نجد على كل منها نقطة
مثل هذه النقطة وبضم هذه النقط بعضها الى بعض تحدث المنحنيات المطلوبة

(قاعدة مستنبطة من الطريقة الثانية)

(٨٠) يستنتج من الطريقة الثانية قاعدة مهمة بواسطتها يمكن تعيين النقط المطلوبة
بدون توقف على رسم خطوط كثيرة وبدون أن يحصل اختلاط في الرسم البنية وهي
أن يؤخذ على ورقة شفافة بعد (هـ م) (شكل ٣٧) مساويا للمرقم ويرسم عليه من
(م) العمود (ط ل) فيكون هو الخط الاستوائي ثم يرسم من جهتيه الزوايا المساوية
لميل الشمس وعند ما يراد تعيين نقط على أحد خطوط الساعات نضع تلك الورقة على
سطح البسيطة المفروضة بحيث تكون النقطة (هـ) على مركزها و (ط ل) على نقطة
تقاطع خط الساعة المفروض بمعدل النهار فنقط تقاطع خط الساعة بالخطوط المرسومة
على الورقة الشفافة تكون النقط المطلوبة وبشكرار هذه العملية بالنسبة لكل خط من
خطوط الساعات تعلم جميع النقط فبوصلها بعضها ببعض ترسم المنحنيات
هذا ومن الضروري أن يكتب اسم كل برج على المنحنى المقابل له أو علامته الفلكية
فلهذا وضعنا جدولاً مشتملاً على أسماء جميع البروج وعلاماتها وزدنا فيه مقادير
ميل الشمس عند حلولها فيها ومبادئ دخولها فيها بالنسبة للشهر الرومية

أشارات البروج	أسمائها	درجاتها	ميل الشمس	دخول الشمس في البروج
		درجة	دقيقة	أيام شهر
♈	الحمل	٠٠	٠٠	٨ مارس
♉	الثور	٣٠	٢٩	٨ نيسان
♊	الجوزاء	٦٠	١٠	٩ مايو
♋	السرطان	٩٠	٢٧	٩ حزيران
♌	الأسد	١٢٠	١٠	١١ تموز
♍	السنبلة	١٥٠	٢٩	١١ اغسطس
♎	الميزان	١٨٠	٠٠	١١ ايلول
♏	العقرب	٢١٠	٢٩	١١ تشرين الاول
♐	القوس	٢٤٠	١٠	١٠ تشرين الثاني
♑	الجدي	٢٧٠	٢٧	٩ كانون الاول
♒	الدلو	٣٠٠	١٠	٨ كانون الثاني
♓	الحوت	٣٣٠	٢٩	٦ شباط

(في تعيين وقتي الطلوع والغروب)

(٨١) قد قلنا فيما سبق ان وقتي الطلوع والغروب فيما عدا البسيطة الافقية يكونان على اتجاها الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح الافقي المرسوم اما من مركز ثقب اللوحة واما من رأس الشاخص وقد اتضح لك بما قدمناه كيفية رسم المنحنيات المظلمة لكل يوم من أيام السنة فلا يعسر عليك انك معرفة هذين الوقتين وذلك بواسطة نقطة تلاقي هذا الفصل بالمنحنيات المظلمة فاذا أخذنا يوما من الايام وأردنا معرفة وقت الطلوع والغروب فيه نعتبر المنحنى المقابل لذلك اليوم ونفرض خطا سويجيا مارا بنقطة تلاقيه بالفصل المشترك ثم نقارن ذلك الخط بخطى الساعات القريين فانه نعلم عدد الساعات والدقائق الميمنة بذلك الخط ومقدارها يكون اما وقت الطلوع واما وقت الغروب

الفصل الخامس

(في بيان بسيطة اليد)

(٨٢) جميع البسائط الزوالية التي تكلمنا عليها الى الآن كما نرسم على سطوح مختلفة ثابتة كذلك نرسم على سطوح صغيرة غير ثابتة بحيث يمكن وضعها في الجيب كلساعات واستعمالها في أى وقت تكون فيه الشمس مرئية وهذا النوع من البسائط يسمى ببسائط اليد

ولبيان ذلك نفرض خطا شاقوليا في موضعه الرأسي (س ن) (شكل ٣٨) ونضع بأعلى احدى نقطه (ب) جسما صغيرا يمكن رؤية ظله فاذا كانت الشمس في (ش) يكون ذلك الظل على استقامة الخط (ب ح) واذا رسمنا من نقطة (ب) العمود (ع ع) على الخط الشاقولي (ش ن) فالعمود المذكور يكون أفق المحل المقروض وتكون الزاوية (ش ب ع) الواقعة بين هذا العمود والشعاع (ش ب) هي ارتفاع الشمس في ذلك الوقت

ثم اذا رسمنا من نفس النقطة (ب) العمود (ب د) على الشعاع (ش ح) بمنع هذا العمود مع الخط الشاقولي (ب ن) زاوية (ب ب د) مساوية لارتفاع الشمس (ش ب ع) لان زاويتي (ش ب د) و (ع ب ب) قائمتان بالعمل فهما متساويتان

فبطرح الزاوية المشتركة بينهما وهي (ع ب د) يكون الباقيان (ش ب ع) و (د ب و) متساويين وهو المطلوب

وبناء على ما قدمناه اذا رسمنا على سطح خطين عموديين مثل (ح ب) و (ب د) ثم وضعنا في نقطة تقاطعهما جسما محدثا للظل وعلقنا فيه خطا شاقوليا وجعلنا السطح عموديا على الافق وأحد أطرافه متبها جهة الشمس ثم حركنا السطح باليدين حتى ينطبق الخط (ب ح) على استقامة ظل الجسم المفروض في (ب) تكون الزاوية الواقعة بين الشاقول (ب و) والخط (ب ل) هي ارتفاع الشمس

ويستفاد من ذلك انه اذا جعل طول الشاقول (ب و) مساويا للخط (ب ل) واستعملت هذه الآلة في اليوم التاسع من شهر حزيران من وقت طلوع الشمس الى وقت غروبها وقتا بعد وقت من الصباح الى المساء بحيث ان ظل النقطة (ب) لا يفارق الخط (ب ح) ففي وقت الشروق ينطبق (ب ح) على الخط الافقي (ب ع) والخط (د ب) على الشاقول (ب و) وحينما تصعد الشمس يلزم تغيير وضع السطح لابقاء الظل على الخط (ب ح) واذا ذلك تحدث زاوية بين (ب و) و (ب ل) تأخذ في التزايد الى وقت الزوال وحيث ان الشمس في هذا الوقت تكون في غاية ارتفاعها فاذا فرضنا ان هذه الغاية يومئذ مساوية للزاوية (ل ب ل) يجيء الخط (ب ل) وقت الزوال تحت الشاقول (ب و) وبعد الزوال يفارقه راجعا فتأخذ زاوية الارتفاع في التناقص الى أن تغرب الشمس فتصير حينئذ صفرا أعني أن الخط (ب ل) يرجع وينطبق على الشاقول (ب و) والظل (ب ح) على الافق (ب ع) ومن ذلك يعلم ان طرف الشاقول (ب و) يرسم في اليوم المفروض القوس (ب ل) من وقت الطلوع الى الزوال ثم يرسم عكس هذا القوس أعني (ل ب) من وقت الزوال الى الغروب فيمكن حينئذ اعتبار هذا القوس انطواء مسقط من نوع مخصوص للقوس الذي رسمته الشمس في ذلك اليوم

هذا وفي يومى الاعتدالين الواقعين في شهرى مارث وابلول نأخذ الخط الشاقولي أطول مما كان ونقرضه مساويا لطول الخط (ب ع) فاذا أجرينا العمليات المتقدم ذكرها وفرضنا غاية ارتفاع الشمس في ذينك اليومين مساوية للزاوية (ع ب ع) يجيء الخط (ب ع) وقت الزوال تحت الشاقول ثم يتباعد عنه الى وقت الغروب فيجىء اذ ذلك الخط (ب ع) تحت الشاقول ويمكن حينئذ اعتبار القوس (ب ع) انطواء مسقط من

نوع مخصوص للقوس الذي ترسمه الشمس من الصباح الى المساء . وكذلك في اليوم التاسع من كانون الاول اذا جعلنا الشاقول مساويا للطول (ب د) وفرضنا غاية ارتفاع الشمس في ذلك اليوم مساوية للزاوية (د ب د) يكون انطواء مسقط القوس الذي ترسمه الشمس في النهار هو القوس (د د)

فالنقط الثلاث (ل ح د) هي نقط الزوال في الايام الثلاثة المذكورة وهي نقط تلاقي نصف نهار الحمل بمدار السرطان ومعدل النهار أي بخط الاستواء ومدار الجدي فيمكن اذن بواسطتها رسم دائرة نصف النهار لان ثلاث نقط تكفي لتعيين الدائرة فاذا رسم قوس دائرة ماراً بالنقط الثلاث (ل ح د) يمكن اعتبار هذا القوس مستطاً من نوع مخصوص للجزء المحصور بين المدارين من محيط نصف النهار وحينئذ يكون القوس المذكور مركباً من النقط المقابلة لغاية ارتفاع الشمس في جميع أيام السنة فهو اذن خط الزوال أعنى خط الساعة الثانية عشرة . وحيث ان خط (ل د) يبين من دائرة الافق الجزء المحصور بين مدار السرطان ومدار الجدي فهو اذن خط الطلوع في الصباح وخط الغروب في المساء . وحيث ان مساقط أجزاء الدوائر اليومية التي ترسمها الشمس نهاراً في جميع أيام السنة محصورة بين مسقطي المدارين (ل ل) و (د د) فمن اليوم التاسع من شهر حزيران الى التاسع من كانون الاول تأخذ المساقط في التناقص بالتدريج من (ل ل) الى (د د) ومن التاسع من كانون الاول الى التاسع من حزيران تأخذ في التزايد من (د د) الى (ل ل) . واذا أريد رسم المساقط المقابلة للأيام المحصورة بين اليومين المذكورين أعنى التاسع من شهر حزيران والتاسع من كانون الاول يلزم تعيين غاية الارتفاع لتلك الايام ويكفي في ذلك أن تريد على تمام عرض البلد ميل الشمس في اليوم المطلوب معرفة الغاية فيه اذا كانت الشمس في البروج الشمالية وأن تطرحه منه اذا كانت في البروج الجنوبية ثم يرسم من نقطة (ب) خطوط تصنع مع (ب د) زوايا مساوية للغايات المذكورة وتعين نقط تلاقي تلك الخطوط بالقوس (ل ح د) ويرسم على كل منها محيط دائرة من المركز (ب) فتكون تلك الدوائر هي المساقط المطلوبة ويمكن اختصار هذا العمل بأن ترسم هذه الدوائر بواسطة الخط الشاقولي حيث انه معلق في المركز غير أنه يلزم تطويله أو تقصيره بالنسبة لبعده كل نقطة عن المركز المذكور هذا وأما الدوائر اليومية لأيام الستة شهور الاخر فحيث انها مقابلة للدوائر الاولى فلا حاجة لرسمها

وحيث ان مساقط الدوائر اليومية يمكن رسمها بتدوير الخط الشاقولي حول نقطة
 (ب) بعد تطويله بالمقدار اللازم فالرسم الناتج عن ذلك لابد أن تحتلط فيه الخطوط
 حيث تشغل كل السطح اذا كان صغيرا فلهذا يحسن الاكتفاء برسم المدارين ومنحنى
 نقط غايات الارتفاع (ل و) الا أنه يلاحظ بالنسبة لهذا المنحنى انه اذا أريد بيان نقط
 الغايات في جميع الايام فان هذه النقط تتقارب جدا بعضها من بعض بحيث لا تكاد
 تميز فالاولى تعيين النقط المقابلة لكل يوم ثالث أو خامس ويكتب عليها عمر الاشهر
 والايام وأما سائر الايام التي تقع نقطها بين نقطتين معينتين فيمكن ايجاد محلها بوجه
 التخمين ويمكن في هذا المقام استعمال الجدولين (١٨) و (١) المحررين في آخر هذا
 الكتاب بالنسبة لمدار السعادة

هذا ومن حيث انه يلزم الآن لاتمام المقصود رسم خطوط الساعات داخل الشكل
 (ل و ز ل) فلتسكلم على ذلك فنقول

من المعلوم أن السطوح السويعية في البسائط الزوالية عبارة عن دوائر عظمى مارة
 بالقطبين تصنع مع سطح نصف النهار زوايا مساوية لخمس عشرة درجة فاذا اعتبرنا
 اليوم التاسع من حزيران نجد أن الشمس تكون فيه على مدار السرطان كما سيظهر
 من (الشكل ٣٩) ولا بد في زوالها أى مجيئها الى سطح نصف النهار من أن ترسم
 زاوية قطبية مقسداها خمس عشرة درجة فلنفرضها اذن في (ب) أى على سطح
 الساعة الحادية عشرة قبل الزوال وتسمى (ب) سمت رأس الحمل فاذا رسمنا من هاتين
 النقطتين دائرة عمودية على الافق حدث ما يسمى بالدائرة السموية أو دائرة الارتفاع
 لان ارتفاع الشمس في ذلك الوقت هو القوس (ب ح) فاذا فرضنا أن هذا الارتفاع
 معلوم ورسمنا في (الشكل ٣٨) خطا مارا بالنقطة (ب) صائعا مع (ب ل) زاوية
 مساوية للارتفاع المذكور ثم عينا نقطة تلاقى ذلك الخط مع مسقط الدائرة (ل ل)
 التي ترسمها الشمس في اليوم المفروض نكون قد عينا على مسقط مدار السرطان
 الساعة الحادية عشرة قبل الزوال والساعة الاولى بعده لان طول الخط الشاقولي في
 التاسع من حزيران يساوى (ب ل) وعند الساعة الحادية عشرة قبل الزوال أو الساعة
 الاولى بعده اذا وضعت الآلة المارة ذكرها وضعا عموديا على الافق بحيث يكون أحد
 أطرافها متجها نحو الشمس فان ظل الجسم (ب) ينطبق على الخط (ب ح) تمام
 الانطباق ويكون طرف الشاقول على نقطة الساعتين المذكورتين

وحيث ان تعيين النقطة المذكورة هكذا يظهر مما تقدم يتوقف على معرفة ارتفاع الشمس المقابل لنقطة (ب) (شكل ٣٩) فلنبحث الآن عن هذا الارتفاع فنقول

لنفرض (ن) القطب الشمالى (شكل ٣٩) و (س) سمت رأس المحل كما ذكر و (ب) موضع الشمس على مدار السرطان و (س ب ح) دائرة السمات أو الارتفاع و (س ب م) سطحاً سويجياً فيحدث لنا المثلث الكروى (س ب ن) فيه الضلع (س ن) يساوى تمام عرض المحل و (ن ب) يساوى تمام ميل الشمس فى اليوم المقروض والزاوية (س ب ن) المحصورة بين هذين الضلعين تساوى فضل الدائر اللازم فرضه للوقت المطلوب أعنى أنها زاوية سويجية وحيث انه علم من هذا المثلث ضلعان والزاوية المحصورة بينهما فن السهل استخراج الضلع المجهول (ب س) وهو تمام ارتفاع الشمس أو نقص الارتفاع (ب ح) وحل المثلثات الكروية المائلة الزوايا وان كان ممكناً بواسطة قوانين (ماير) متى علم منها ثلاثة أشياء الا أن الاوفق فى حالتنا هذه حلها بالقوانين الآتى ذكرها . لرسم من سمت الرأس (س) العمود (س د) على الضلع (ن ب) فيحدث مثلثان قائما الزاوية فباستعمال القوانين المختصة بالمثلثات الكروية التى من هذا القبيل يكون لنا

عماس (ن د) = عماس (تمام العرض) تمام جيب (الزاوية السويجية) (١) . . .
ولنا أيضاً بالنسبة لنقط الساعات الشمالية

ب د = ٩٠ - ميل الشمس \pm ن د (٢)
وبالنسبة لنقط الساعات الجنوبية

ب د = ٩٠ + ميل الشمس - ن د (٣)

ثم لنا

تمام جيب (ب س) = تمام جيب (ب د) تمام جيب (س د)
تمام جيب (تمام العرض) = تمام جيب (ن د) تمام جيب (س د)

أو
تمام جيب (ب س) = تمام جيب (س د) تمام جيب (س د)

تمام جيب (تمام العرض) = تمام جيب (س د) تمام جيب (س د)

والتساوي الطرفين الأولين يحدث

$$\frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (د)}} = \text{تمام جيب (ب د)}$$

ولكن تمام جيب (ب د) = جيب (ب د) = جيب (ارتفاع الشمس)

$$\text{فأذن جيب (ارتفاع الشمس)} = \text{تمام جيب (ب د)} \frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (د)}} \quad (٢)$$

فهذه الكيفية يعلم ارتفاع الشمس المطلوب

(تبيينه)

حيث ان مقدار الزاوية السويعية المذكورة في القانون الاول يزيد عن تسعين درجة بالنسبة لنقط الساعات القرية من الصباح والمساء في الايام التي تكون ساعاتها أكثر من اثني عشرة ففي هذه الايام يلزم أخذ (د د) في المعادلة الثانية المختصة بنصف الكرة الشمالي بعلامة الزائد وأما بالنسبة لساكن النقط بحيث ان مقدار الزاوية المذكورة يتقص عن التسعين يؤخذ (د د) بعلامة الناقص فبالقوانين السالف ذكرها يمكن تعيين ارتفاعات الشمس المقابلة لمواقعها على الدوائر اليومية عند مبادئ ساعات أيام السنة أو مبادئ اربع ساعاتها وتكون هذه الارتفاعات نفس ارتفاعات نقط تلك الدوائر التي كانت عليها الشمس في الاوقات المذكورة فإذا لاحظنا مع هذا ماسبق ورسمنا من نقطة (ب) (شكل ٢٨) خطوطا صاعدة مع خط (ب د) زوايا مساوية لتلك الارتفاعات ثم عينا نقطة تلاقى كل خط بمقط الدائرة اليومية المقابلة له تحدث عندنا جملة نقط تكون مساقط للنقطة المفروضة على تلك الدوائر فبضم كل جملة نقط منها مقابلة لزمان واحد بخط مستمر يثبت المطلوب

وليلامحظ أن جميع خطوط الساعات المرسومة بهذه الكيفية هي أقواس دوائر مثل القوس (ل ح د) ولا يحتاج الامر في ذلك لتعيين نقط عديدة على كل منها أي لا يلزم تعيين نقط ساعات لكل يوم من أيام السنة بل يمكن الاكتفاء بالنقط المقابلة ليومى الانقلابين ويومى الاعتدالين أي ليوم انتقال الشمس من برج الجوزاء الى برج السرطان ويوم انتقالها من برج القوس الى برج الجدى ويوم وجودها على معتدل

النهار فيقول الامر الى أن تؤخذ نقط الساعات المعينة على المساقط (ل ل) و (د د) و (ح ح) المرسومة في شكلنا ثم يترى كل ثلاث منها قوس دائرة فالاقواس المذكورة تكون خطوط الساعات ويبدأ في وضع النمر بخط المشرق ذهابا الى خط الزوال أي الى مسقط مدار الجدى وذلك للساعات التي قبل الزوال وأما للساعات التي بعده فيبدأ في وضعها بخط الزوال رجوعا الى خط المغرب أي الى مسقط مدار السرطان وبهذه الكيفية يتم رسم خطوط ساعات بسيطة اليد كما ترى في (شكل ٤٠)

وحيث ان رسم خطوط أرباع الساعات ومحورها بالقرب من خط الزوال يستلزم تلاصقها واختلاطها فالاولى أن لا يرسم شيء من ذلك بين خطي الساعة الحادية عشرة قبل الزوال والساعة الاولى بعده الا اذا كانت البسيطة كبيرة جدا بحيث لا يشوه وجهها رسم هذه الخطوط

ثم ان من خطوط الساعات ما لا يقطع مسقطي المدارين بل يبتدئ من مدار السرطان وينتهي على خط المشرق والمغرب فينتشر حينئذ تعيين النقط على كل ثلاثة من تلك المنعيات ويصعب رسم الدوائر المطلوبة ولكن يمكن في هذه الحالة اجراء العمل بالكيفية الآتية وذلك أنه لابد لرسم أي خط من خطوط الساعات من تعيين ثلاث نقط فرسم بعض تلك الخطوط يكون بواسطة النقط الحادثة على مساقط المدارين وخط الاستواء كما يناء ورسم بعض آخر يكون بواسطة النقط التي تتعين على مدار السرطان وخط الاستواء وعلى الدائرة اليومية المقابلة ليوم مناسب لذلك ثم رسم الخطوط الباقية التي في الجهة العليا يكون بواسطة مدار السرطان والنقط التي تتعين على مسقطي دائرتين ليومين مناسبين لذلك ثم يرسم بواسطة كل ثلاث نقط قوس دائرة بأن توصل احداها بالاثنتين الاخرين بخطين مستقيمين ويقام على وسطيهما عمودان يتلاقيان في المركز وبذلك يمكن رسم جميع خطوط الساعات بغاية الدقة

(في بيان نقط تقاسيم الاشهر)

(٨٣) قد بينا فيما سبق لزوم تعيين غايات الارتفاع في أيام معلومة من أشهر السنة ونوهنا بذكر الجدولين (١٨) و (١) المتدرجة فيهما تلك الغايات بالنسبة للاستانة العلية وبحسابها لكل ثلاثة أيام أو خمسة وحيث ان هذه الغايات توجد بالضرورة على خطوط الساعات الاثنى عشرة وتعين النقط المقابلة لها على تلك الخطوط وكتابة أسماء الشهور بإزائها بوجبان اختلاطا في الكتابة والرسم فالأوفق رسم ستة أقواس دائرية

على عيّن البسيطة كما ترى في (الشكل ٤٠) بحيث تكون موازية لخط الساعة
 الثانية عشرة أي أنها ترسم من نفس مركز الخط المذكور وتحدد الاربعة الوسطى
 المتقارب بعضها من بعض بمسقطي المدارين ثم تعين نقط الارتفاعات لكل خمسة أيام
 مثلا على خط الساعة الثانية عشرة وتنقل تلك النقط الى ما بين اثنتين من الدوائر
 الوسطى للأشهر التي بين هـ حـ زـ يران و هـ تكون الاول وذلك برسم أقواس من نقطة
 (ب) التي هي مركز للمدارين ثم تنقل النقط الأخرى المقابلة للستة شهور الباقية بين
 الدائرتين الأخيرتين وتكتب بعد ذلك الترامام النقط المتعلقة بها وكذلك أسماء
 الشهور كما ترى في الشكل . هذا وإذا أريد نقل خاتمي حـ زـ يران وتكون الاول يرسم
 قوسان (و و) يوصل رؤس المنحنيين

(في صورة الخط الشاقولي)

(٨٤) عند ما يرسم (الشكل ٣٨) يلزم أن يكون مسقط خط الاستواء (ح ح)
 على بعد واحد من مسقطي المدارين (ل ل) و (د د) والبعد المذكور (ل ل)
 لابد من أن يكون أقصر من طول الخط (ب ل) ثم بعد ذلك يؤخذ الخط الشاقولي
 على صورة ابرتين متداخلتين أحدهما في الأخرى كما ترى في (شكل ٤١) طرف
 أحدهما (ط) دقيق ورأس الأخرى (ص) يمكن تعليقها منه في نقطة (ب)
 بمسمار برتيمي بحيث يكون في الوسط بالضبط ويمكن تحريك الشاقول حوله بغاية
 السهولة

أما الجسم اللازم وضعه في نقطة (ب) (شكلي ٣٨ و ٤٠) يحدث ظلا على سطح
 البسيطة فيجب أن يوضع في محل آخر حيث أن هذه النقطة قد شغلت بالمسمار
 المذكور

فلترسم خط (هـ هـ) من أعلى النقطة (ب) موازيا لظل النقطة المذكورة (ب ع)
 ونضع في نقطة (هـ) مسمارا برتيميا دقيقا عموديا على سطح البسيطة طوله ميليمتران
 أو ثلاثة فيكون هو الجسم المطلوب

لأن أشعة الشمس يمكن اعتبارها موازيا بعضها لبعض وسيان اذن كون
 الظل في نقطة (ب) على استقامة خط (ب ع) أوفى نقطة (هـ) على استقامة
 (هـ هـ) الموازية للأولى . هذا ومن الضروري أن يرسم شكل البسيطة بالطرق

المتقدمة على وريقة ثم تلتصق على لوحة لامكان وضع السهارين المار ذكرهما في محليهما

(في رسم بسيطة زوالية يذية لعرض الاستانة العلية)

(ويبان بعض مواد اخرى)

(٨٥) لرسم من نقطة (ب) شكل (٤٠) خطين عموديين (ب ع) و (ب د) ونفرض (ب د) خط المشرق والمغرب وناخذ على هذا الخط نقطة (ع) بحيث يكون بعد (ع ب) أطول من (ل د) و (ل ع) = (ع د) ونرسم من المركز (ب) بالبعدين (ب ل) و (ب د) مسقطي مداري السرطان والجدي فاذا أخذنا من الجدول (٢) المذكور في آخر الكتاب ارتفاعات الشمس للأيام الثلاثة المذكورة ورسمنا زوايا مساوية لها في نقطة (ب) فكل ضلع منها يلاقى مسقط دائرة الشمس المقابلة له ويحدث من ذلك ثلاث نقط اذا ضمنا بعضها الى بعض بقوس دائرة نكون قد رسمنا خط الساعة الثانية عشرة أي خط الزوال وأما خطوط الساعات الاخرى فترسم بالطريقة الآتية

(في رسم خطوط الساعات)

(٨٦) اذا تأملنا في (الشكل ٣٩) رى انه يحدث عند كل نقطة من النقط التي تكون فيها الشمس قبل الزوال وبعده في أول ~~س~~ ربع ساعة على كل من مدار السرطان وخط الاستواء ومدار الجدي مثلث يمكن حله بواسطة القوانين المار ذكرها وتبديل زاويته المتكوتة عند القطب بالنسبة لكل نقطة من تلك النقط يعلم ارتفاع الشمس

مثال ذلك اذا كان (عرض البلد = ٤١°) ففي ٩ حزيران عند ما تكون الشمس في الدرجة الثلاثين من برج الجوزاء أو في الدرجة الاولى من برج السرطان يكون ميلها

$$= 30^\circ \text{ » } 27^\circ \text{ » } 23^\circ$$

وقبل الزوال بساعة أو بعده بساعة حيث ان فضل الدائر أي الزاوية الساعية = ١٥°
ينتج من القوانين المار ذكرها أن

محاس (ن د) = محاس (تمام العرض) × تمام جيب (الزاوية الساعية) (١)...

ب د = (ميل الشمل) - ن د (٢)

جيب (ارتفاع الشمس) = تمام جيب (ب د) $\frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (د ه)}}$... (٢)

$$(١) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا مماس (تمام العرض)} = \text{لونا مماس } ٤٩^\circ = ٠.٦٠٨٣٦٩ \\ \text{لونا تمام جيب (الزاوية الساعية)} = \text{لونا تمام جيب } ١٥^\circ = ٠.٢٦١٨٤٩٤٣٨ \\ \text{لونا مماس (د ه)} = ٠.٤٥٧٨٠٧ \\ \text{د ه} = ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' \end{array} \right.$$

واذن

$$(٢) \left\{ \begin{array}{l} \text{ميل الشمس} = ٣٠^\circ ٣٧' ٢٣'' \\ ٣٠^\circ ٣٢' ٦٦'' \\ \text{د ه} = ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' \\ \text{ب د} = ٣٩^\circ ٢١' ١٨'' \end{array} \right.$$

$$(٣) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا تمام جيب (ب د)} = \text{لونا تمام جيب } ٣٩^\circ ٢١' ١٨'' = ٠.٦٣٦٨٨٦٨ \\ \text{لونا تمام جيب } ٤٩^\circ = ٠.٧٨١٦٩٤٢٩ \\ \text{تمام عدد لونا تمام جيب } ٥١^\circ ٠٠' ٤٨'' = ٠.٧٧٤٦٠٨٤ \\ \text{لونا جيب (ارتفاع الشمس)} = ٠.٩٦٨٤٣٨١ \\ \text{ارتفاع الشمس في الوقت المطلوب} = ١١^\circ ٢٥' ٦٨'' \end{array} \right.$$

واذن

وبالتأمل في هذه العملية يرى أنه في اليوم المذكور قبل الزوال بساعة أى عند تمام الساعة الحادية عشرة أو بعده بساعة أى عند تمام الساعة الاولى يكون ارتفاع الشمس مساويا لثمان وستين درجة وخمسة وعشرين دقيقة واحدى عشرة ثانية . وقد حسبنا بهذه الطريقة كافة ارتفاعات الشمس بالنسبة للنقط الاخرى وأدرجناها في الجدول (٢) ولكن لم نذكر فيه الثوانى لان رسم الزاوية يكون بالمنقلة فلا لزوم لمعرفة الثوانى

وجميع ما قلناه فيما سبق انما يتعلق بنقط الساعات التى تفرض فوق الافق ولما كان من الضرورى معرفة بعض اوقات تكون فيها الشمس تحت الافق كالوفات الامساك والعشاء أضفنا في الجدول المذكور بعض ارتفاعات للشمس متعلقة بتلك الاوقات حينئذ على النوال المشروح سابقا . فاذا أخذنا تلك الارتفاعات ورجعنا من نقطة (ب) بالمنقلة خطوطا تصنع مع (ب د) زوايا مساوية لها أى للارتفاعات المذكورة

وعينا على كل من مدارى السرطان والجدي وخط الاستواء فقط الساعات المقابلة لهذه الارتفاعات ورسمنا على كل ثلاث نقط من هذه النقط قوس دائرة تقصّل على رسم خطوط الساعات الميمنة في (الشكل ٤٠) وأطوالها المصورة بين المدارين ولتقام العمل يرسم خط (ب م) بحيث يصنع مع (ب د) في جهة يساره زاوية مساوية لاجدى وعشرين درجة ونصف درجة وتمد خطوط الساعات الى هذا الخط وتوضع الارقام بحيث ان ارقام ما قبل الزوال تكون في الاسفل من خط المشرق والمغرب الى خط الزوال وأرقام ما بعد الزوال تكون في الاعلى من خط الزوال الى خط المشرق والمغرب . وحيث ان خطوط ارباع الساعات التى قبل خط الزوال بساعة واحدة وبعده بساعة تتقارب جدّا حتى يكاد يتلاقى بعضها ببعض فلاحسن صرف النظر عن رسمها

(في بيان تقسيمات الشهور)

(٨٧) قد قسمنا في المنحنى (ب د) (شكل ٤٠) في كل جهة ستة روج الى درجاتها فلا يمكن استعمال الآلة اذن الا بعد معرفة البرج الذى فيه الشمس والدرجة الحالية بها في اليوم المراد استعمال تلك الآلة فيه ويمكن الاستغناء عن هذا البحث الذى لا يتخلو عن صعوبة بتعيين محلات أول كل خمسة أيام من الشهور الشمسية وبهذا يقل اختلاط الرسم ويسهل ايجاد سائر الايام وقد حررنا في الجدول (١) غاية ارتفاع الشمس لأول كل خمسة أيام من الشهور المذكورة فاذا لاحظنا أن

غاية الارتفاع = تمام العرض + ميل الشمس (للجهة الشمالية)

وغاية الارتفاع = تمام العرض - ميل الشمس (للجهة الجنوبية)

يمكننا بواسطة الجدول المذكور معرفة الارتفاع المطلوب لاي يوم كان واذا لوحظ ما ذكر في المادة (٨٣) ورسم من (ب) خطوط تصنع مع (ب د) زوايا مساوية للارتفاعات فان تلك الخطوط تقطع خط الساعة الثانية عشرة أعنى قوس الزوال في نقط ثم اذا رسمت من المركز (ب) أقواس تمر بكل نقطة من تلك النقط فانها تقطع اثنين من المنحنيات المرسومة داخل (ب د) موازية لخط الزوال المذكور على نقط أيام الستة شهور الاول والمنحنيين الآخرين في نقط أيام الستة شهور الاخرى فبتحديد تلك الاقواس ووضع أسماء الاشهر يثبت المطلوب واذا كان الرسم كبيرا يمكن تعيين نقط جميع الايام

(في بيان سمت القبلة وأوقات الصلوات الخمس والعيد والامساك)

(٨٨) ان بسيطة اليد مع صفرها يمكن وضعها على حالة مفيدة جدًا بحيث تستعمل بدلا من التقويمات . وبيان ذلك يقال حيث انه اذا أخذ على دائرة السميت قوس مساو لاحدى وعشرين درجة ونصف تحت خط الافق من جهة الشرق يتعين وقت الامساك فاذا رسمنا (ب م) بحيث يصنع مع (ب د) الزاوية المذكورة يكون خط (ب م) هو خط الامساك ثم اذا رسمنا خطا آخر بحيث يصنع مع (ب د) زاوية مساوية لثمان عشرة درجة يكون هذا الخط خط وقت العشاء اذا اعتبر بعد الغروب وخط الفجر اذا اعتبر قبل الشروق وأما خط (ب د) فهو خط الطلوع والغروب كما سبق بيانه واذا رسم على يمينه خط (ب ٧) بحيث يصنع معه زاوية مساوية لخمس درجات يكون هو خط صلاة العيد وسيأتي كيفية استخراج وقت العصر وسمت القبلة وأما وقت الظهر فيعلم بالضرورة من خط الزوال

(في تعيين وقت العصر)

(٨٩) لتعيين وقت العصر طريقتان مختلفتان مبنيتان على قولين للفقهاء . أحدهما قول أبي يوسف ومحمد وهو أن يؤخذ في وقت الزوال جسم قائم ويضاف مقدار طوله الى ظله في ذلك الوقت وعندما يصير ظل الجسم بعد الزوال مساويا لمجموع هذين الطولين يدخل وقت العصر ويسمى هذا الوقت بالعصر الاول . وثانيهما قول الامام الاعظم أبي حنيفة وهو ان يضاف الى ظل الجسم المذكور وقت الزوال ضعف طوله وعندما يصير الظل مساويا للمجموع يدخل وقت العصر ويسمى هذا بالعصر الثاني . ليكن (م ح) (شكل ٤٢) جسما عموديا على الافق و (ب ح) طول ظله وقت الزوال فعند ما يصير طوله مساويا للمجموع (ب ح + ح م) يجيء وقت العصر الاول وعندما يكون مساويا للمجموع (ب ح + ح م) يجيء وقت العصر الثاني وحساب هذين الوقتين لاى يوم كان يقال

$$\frac{ب}{ح} = مماس (ب م ح)$$

$$= مماس (ح م ب)$$

$$= تمام مماس (ب م ل)$$

بفرض ان (ب م ل) غاية ارتفاع الشمس لليوم المطلوب

واذا فرضنا (م) مساويا للواحد يكون

$$ب = م = تمام مماس (غاية الارتفاع) \dots\dots\dots (١)$$

ومنه

$$\frac{ب+١}{١} = ١ + ب = تمام مماس (الارتفاع في العصر الاول) \dots\dots (٢)$$

$$٢ + ب = تمام مماس (الارتفاع في العصر الثاني) \dots\dots\dots (٣)$$

لنفرض ان الشمس في الدرجة (٣٠) من برج الجوزاء وان غاية الارتفاع = ٣٠

٢٧° ٧٢' فنجد

$$(١) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا تمام مماس (غاية الارتفاع)} = ٩,٤٩٩٨٢٢٤^{-١٠} \\ \text{لونا (ب)} = ١,٤٩٩٨٢٢٤ \\ \text{وانت} \end{array} \right.$$

$$٠,٣١٦١ = ب$$

$$\frac{١}{١,٣١٦١} = ب + ١$$

$$٢,٣١٦١ = ب + ٢$$

$$(٢) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا (١,٣١٦١)} = \text{لونا (ب + ١)} = ٠,١١٩٢٨٨٩^{+١٠} \\ \text{لونا تمام مماس (ارتفاع الشمس في عصر أول)} = ١٠,١١٩٢٨٨٩ \\ \text{وانت} \end{array} \right.$$

$$\text{ارتفاع الشمس لعصر أول} = (٢٧^\circ ١٣' ٤٢'')$$

$$(٣) \left\{ \begin{array}{l} \text{لونا (ب + ٢)} = \text{لونا (٢,٣١٦١)} = ٠,٣٦٤٧٥٧٣^{+١٠} \\ \text{لونا تمام مماس (ارتفاع الشمس في عصر ثاني)} = ١٠,٣٦٤٧٥٧٣ \\ \text{وانت} \end{array} \right.$$

$$\text{ارتفاع الشمس لعصر ثاني} = (١٠^\circ ٢١' ٢٣'')$$

فيعلم من هذه الحسابات أنه اذا كانت الشمس في الدرجة الثلاثين من برج الجوزاء
أى في اليوم التاسع من شهر حزيران يدخل وقت العصر الاول حينما يكون ارتفاع
الشمس سبعا وثلاثين درجة وثلاث عشرة دقيقة واثنين وأربعين ثانية بعد الزوال
ويدخل وقت العصر الثاني حينما يكون الارتفاع ثلاثا وعشرين درجة واحدى
وعشرين دقيقة وعشرون

ومن ذلك يرى أنه اذا استعملت هذه الطريقة لإيجاد الوقتين المذكورين في أيام معينة
ورفعت من نقطة (ب) مساط الدوائر اليومية المقابلة لهذه الأيام بين المدارين ثم

رسمت من نقطة (ب) خطوط صائفة مع (ب د) زوايا مساوية للارتفاعات التي تستخرج فتقطع هذه الخطوط المساط التي ذكرناها وبضم نقط التقاطع بمنحن يحدث خط العصر وقد علمنا ذلك في (الشكل ٤٠) لحديث لنا التخصيان المكتوب عليهما العصر الاول والعصر الثاني ومحونا سائر الخطوط التي قدمنا القول عليها طلبا لتنظافة الرسم

(في تعيين سمت القبلة)

(٩٠) لما كانت الكعبة المعظمة التي بمكة المكرمة زادها الله شرفا قبلة كافة المسلمين ومنجه جميع المحمدين بحيث يجب على كل مسلم في أية نقطة من نقط الكرة الارضية أن يؤتي فريضة الصلاة وهو مستقبل تلك الجهة المباركة كان من الواجب علينا أن نذكر هنا ما يلزم لتعيين سمتها بغاية الدقة فنقول

ليكن (ب) القطب الشمالى (شكل ٤٣) و (ح) مكة المكرمة و (د) نقطة على الكرة الارضية مطلوبا تعيين سمت قبالتها وحيث انه يمكن معرفة طول وعرضي مكة المكرمة وهذه النقطة من كتب الجغرافية أو من الخطوط فبطرح العرضين من ٩٠ درجة يعلم القوسان (ب ح) و (ب د) وهما ضلعان من المثلث الكروى (ب ح د) وأما الزاوية (د ب ح) المحصورة بينهما فهي معلومة أيضا لانها عبارة عن الفرق بين طولى نقطتي (ح) و (د) فيمكن حينئذ حل هذا المثلث بالقوانين التي سنذكرها ومتى علمنا الزاوية (ب د ح) بطرح منها تسعين درجة فالباقي مقدار سمت القبلة ولو طرحت هي من مائة وثمانين درجة يكون الباقي انحراف القبلة وهو زاوية (ح د ب) وتحصل حينئذ على المطلوب

لنرسم من نقطة (د) العمود (د م) على (ب ح) فيحدث مثلثان قائما الزاوية (ب م د) و (د م ح) ونجد في الاول منهما

مماس (أحد الاضلاع) = مماس (الوتر) \times تمام جيب (الزاوية المحصورة بينهما) (١)
فهذا القانون تستخرج قيمة (ب م) ثم نجد في نفس المثلث المذكور

تمام جيب (الوتر) = تمام جيب (العمود) \times تمام جيب (القاعدة) ... (٢)
وتستخرج منه قيمة (م د) ثم نجد

مماس (أحد الضلعين) = مماس (الزاوية المقابلة له) \times جيب (الضلع الآخر) (٣)
ومنه نعلم مقدار الزاوية (ب د م) ثم الزاوية (ح د م)

(مثال ذلك)

إذا أريد استخراج سمت القبلة بالنسبة للاستانة العلية نقول حيث انه يعلم من كتب الجغرافية والخرائط أن عرضها يعادل ٤١° شماليا وطولها بالنسبة لمدينة باريس يساوي ستا وعشرين درجة وتسعاً وثلاثين دقيقة شرقيا وأن عرض مكة المكرمة يساوي احدى وعشرين درجة وثلاثين دقيقة شماليا وطولها بالنسبة لباريس يساوي سبعاً وثلاثين درجة وثلاثين دقيقة فيكون الفرق بين الطولين المذكور هو احدى عشرة درجة وتسع دقائق على شرف دار السعادة فاذا وضعت هذه المعلومات في القوانين السابقة يحدث سمت القبلة والمخرافتها بالكيفية الآتية

$$\begin{aligned}
 & \text{لونا مماس } 49^\circ = 0.608369 \\
 (1) \quad & \text{لونا تمام جيب } 0.9 = 11.9917240 \\
 & \text{لونا مماس (ب م) } = 0.0525609 \\
 & \text{واذن } 48^\circ 27' 23'' = \text{ب م} \\
 & \text{ب م} = \text{تمام (عرض مكة)} = 0.682700 \\
 & \text{ب م} - 48^\circ 27' 23'' = \text{ب م} \\
 & \text{ب م} - \text{ب م} = 0.02727 = \text{م} \\
 & \text{لونا تمام جيب } 49^\circ = 0.8169429 \\
 (2) \quad & \text{لونا تمام جيب } 48^\circ 27' 23'' = 0.8216143 \\
 & \text{لونا تمام جيب (م د) } = 0.9953286 \\
 & \text{واذن } 0.82720 = \text{م د} \\
 & \text{لونا مماس (ب م) } = 0.0525609 \\
 & \text{لونا جيب (م د) } = 0.1640290 \\
 (3) \quad & \text{لونا مماس (ب د م) } = 0.8885319 \\
 & \text{واذن } 0.82720 = \text{ب د م} \\
 & \text{لونا مماس (م د) } = 0.5620278 \\
 & \text{لونا جيب (م د) } = 0.1640290 \\
 (4) \quad & \text{لونا مماس (م د م) } = 0.3979988 \\
 & \text{واذن } 0.68270 = \text{م د م}
 \end{aligned}$$

$$٨٢ \gg ٢٨ \gg ٠٥ = م د ب$$

$$١٥٠ \gg ٥٠ \gg ٠٩ = م د ج + م د ب = ج د ب$$

$$٩٠$$

$$٦٠ \gg ٥٠ \gg ٠٩ = سمت القبلة من الجنوب الى الشروق$$

وانحراف القبلة = ١٨٠ - ج د ب = ٥١° ٠٩' ٢٩" من الجنوب الى الشرق
ويتبين من ذلك أن سمت القبلة في دار السعادة ينحرف من الشرق نحو الجنوب عن
دائرة مبدأ السموت العمودية على نصف النهار بمقدار ستين درجة وخمسين دقيقة وتسع
ثوان ومن الجنوب نحو الشرق بقدر تسع وعشرين درجة وعشر دقائق بالتقريب
فاذا رسمنا في دار السعادة خطا أفقيا متجها الى الجنوب كما ترى في (شكل ٤٤) سمت
القبلة يكون على اتجاه المستقيم الصانع مع ذلك الخط زاوية (م) المساوية لتسع وعشرين
درجة وتسع دقائق واحدى وخمسين ثانية

مسئلة

(كم درجة يلزم أن يكون ارتفاع الشمس في أى يوم من أيام السنة ليدل
ظل جسم رأسى على اتجاه القبلة بالتمام)

(٩١) لنفرض ان المقصود معرفة ذلك في دار السعادة ونأخذ اليوم التاسع من حزيران
ونبحث عن الارتفاع الذى فيه يدل ظل خط شاقولى على اتجاه القبلة فنقول ليكن
(م) سمت الرأس في اسلابول (شكل ٤٥) و (م هـ) سمت القبلة هنالك و (ب د) ^{٢٠}
الدائرة اليومية التى ترسمها الشمس يوم انتقالها من برج الجوزاء الى برج السرطان
أعنى مدار السرطان فعند ما تنجى الشمس في نقطة (ب) يستعلم اتجاه مكة المكرمة
بالكيفية المطلوبة وحيث ان ارتفاع الشمس اذ ذاك هو (ب هـ) فلا يمكن ابتداء
معرفة الوقت الذى يكون فيه ارتفاع الشمس مساويا لهذا القوس (ب هـ) لتعين
جهة القبلة بظل الخط الرأسى على وجه الارض فاذا وصلنا نقطة (ب) بالقطب (ج)
يحدث مثلث كروى (ج م ب) ضلعه (ج ب) يساوى تمام ميل الشمس في اليوم المقروض
و (ج م) تمام عرض المثل وزاوية (ج م ب) متم زاوية انحراف القبلة فلو علمت هذه
المقادير الثلاثة الضلعين والزاوية المحصورة بينهما لا يمكن استخراج تمام الارتفاع (م ب)

بواسطة القانونين الآتين وبطريقه من تسعين درجة يستعلم نفس الارتفاع المطلوب
(ب هـ) أما القانونان فهما

$$\text{جيب (ح م)} = \frac{\text{جيب (ح م ب) جيب (م ح)}}{\text{جيب (ب ح)}} \dots \dots \dots (١)$$

$$\text{مماس } \frac{1}{\text{م}} = \frac{\text{تمام جيب } \frac{1}{\text{م}} (\text{ح م} + \text{ب ح}) \text{ مماس } \frac{1}{\text{م}} (\text{م ح} + \text{ب ح})}{\text{تمام جيب } \frac{1}{\text{م}} (\text{ح م} - \text{ب ح})} \dots \dots (٢)$$

فلو أخذنا المثال السابق بالنسبة لدار السعادة نقول

$$\text{عرضها} = ٤١^\circ \text{ وتمامه} = ٤٩^\circ = \text{م ح}$$

$$\text{وزاوية (ح م ب)} = ٩^\circ ٠' ٠'' \text{ و } ١٥٠^\circ$$

$$\text{وزاوية انحراف القبلة} = ١^\circ ٥' ٠'' \text{ من الشرق الى الجنوب}$$

وبملاحظة أن جيب أى زاوية يساوى جيب متممها يكون ميل الشمس فى آخر برج
الجوزاء مساويا الى $٣^\circ ٢٧' ٢٢''$ وتمام (ميل الشمس) $= \text{ب ح} = ٣^\circ ٢٧' ٢٢''$

$$\text{لونا جيب (ح م ب)} = \text{لونا جيب } ١^\circ ٥' ٠'' = ٢٩,٦٨٧٨.٨٥$$

$$\text{لونا جيب } ٤٩^\circ = ٩,٨٧٧٧٧٩٩$$

$$(١) \text{ تمام عدد لونا جيب } ٣^\circ ٢٧' ٢٢'' = ٦٦,٣٢٢,٣٠٠$$

$$\text{لونا جيب (م ح ب)} = ٩,٦٠٢٠٥٣٤$$

$$\text{م ح ب} = ٨^\circ ٠' ٠'' = ٢٢,٣٢٨,٠٠٠ \quad \text{واذن}$$

$$\text{ح م ب} = ٩^\circ ٠' ٠'' = ١٥٠$$

$$\frac{1}{\text{م ح ب}} = \frac{1}{٨^\circ ٠' ٠''} = ٨٧,١٤٠,٠٠٠$$

$$\frac{1}{\text{م ح ب}} = \frac{1}{٢٢^\circ ٣٦' ٠٠''} = ٦٢,٣٢٨,٠٠٠$$

$$\text{م ح} = ٤٩^\circ ٠' ٠''$$

$$\text{ب ح} = ٣^\circ ٢٧' ٢٠''$$

$$\frac{1}{\text{م ح} + \text{ب ح}} = \frac{1}{٥٧^\circ ٤٦' ١٠''} \quad \text{واذن}$$

$$\text{لونا تمام جيب } \frac{1}{\text{م ح} + \text{ب ح}} = \text{لونا تمام جيب } ٨^\circ ٠' ٠'' = ٨٧,١٤٠,٠٠٠$$

$$\text{لونا مماس } \frac{1}{\text{م ح} + \text{ب ح}} = \text{لونا مماس } ١^\circ ٥' ٠'' = ٥٧,٢٠٠,٣٥٢٩$$

$$(٢) \text{ تمام عدد لونا تمام جيب } \frac{1}{\text{م ح} - \text{ب ح}} = \text{تمام عدد لونا تمام جيب } ٦^\circ ٣٢' ٢٠'' = ٩,٢٣٥٦٦٥٨$$

$$\text{لونا مماس } \frac{1}{\text{ب ح}} = ٩,٢٣٥٦٦٥٨$$

$$\frac{1}{\text{م ب}} = ٤^\circ ٤' ٠'' = ٩ \quad \text{واذن}$$

م = ٢٨ ٠ ٢١ ٠ ١٩ ٠ = تمام (ارتفاع الشمس)

فيظهر أن ارتفاع الشمس = ٢٨ ٠ ٢١ ٠ ٧٠ ٠

وإذا حسب ارتفاع الشمس بهذه الكيفية في أيام ما تكون على المدارين وخط الاستواء وفي بعض الأيام الوسطى ثم رسم من نقطة (ب) (شكل ٤٠) على بسيطة اليد التي نحن بصدد خطوط صائغة مع خط المشرق والمغرب زاويا مساوية لتلك الارتفاعات يقطع كل خط من هذه الخطوط مسقط الدائرة اليومية المقابلة له على نقطة من ضمن نقط سمت القبلة في مثالنا نرمس من نقطة (ب) خط (ب ط) بحيث يصنع مع (ب ل) زاوية مساوية لسبعين درجة وثمان وعشرين دقيقة واثنين وثلاثين ثانية ونمده الى أن يقطع مدار السرطان في نقطة (ط) وتكون هي من ضمن نقط سمت القبلة فإذا عرفت نقط أخرى بهذه الكيفية على مدار الجدي وخط الاستواء وسائر الخطوط ثم ضمت جميعها يحدث خط منحن يكون هو سمت القبلة وهذا يتم انشاء بسيطة اليد

(في كيفية استعمال بسيطة اليد)

(٩٢) بعد تكميل رسم بسيطة اليد بالقواعد المتقدم ذكرها ترسم دائرة حول جميع الخطوط (شكل ٤٠) ويمزق الورق الخارج عن محيطها اذا ضرورة لابقائه ثم تؤخذ علبة على جرم الورقة المرسومة عليها البسيطة ذات غطاء لولبي يفتح ويغلق وتلزم البسيطة على هذا الغطاء من الداخل ثم تثبت الابر والناخص العمودي في محلهما بغاية الدقة بالطرق التي سبق تعريفها وحينئذ يمكن استعمالها بالطريقة الآتية ذكرها نعم ان القواعد التي تقدمت الى الآن لرسم هذه البسيطة قد فهم منها أيضا كيفية استعمالها ولكن بالنسبة للساعات الزوالية مع أنه يمكن استعمالها أيضا للساعات القروية فلهذا السبب رأينا ذكر الايضاحات الآتية واليك بيانها

ان بسيطة اليد التي نحن بصدد الان يمكن أن تستعمل في جميع البلاد التي على عرض احدى واربعين درجة بصفة آلة ارتفاع وبصفة تقويم سنوي لان الخطوط الفاصلة للشهور المرسومة على عين الشكل منقسمة بخطوط صغيرة اذا اعتبرت على استقامة كتابة اسم الشهر المقابل لها فانها تبين أوائل الشهور واليوم الخامس منها والعاشر والخامس عشر والعشرين والخامس والعشرين وآخر كل شهر ماعدا شهرى

حزيران وكون الاول فان تلك الخطوط تبين منهما اليوم العاشر والسابع عشر والرابع والعشرين والاخر فقط وبواسطة الابرة المصنوعة من معدن التي توضع على بسيطة اليد يمكن تعيين شروق الشمس وغروبها في كل يوم والظهر والعصرين والعشاء والامساك والفجر ووقت صلاة العيد ومدة الليل والنهار ثم بواسطة الابرة المذكورة والشاخص العمودي في نقطة (هـ) يمكن في أثناء رؤية الشمس أخذ الارتفاع لتعديل الساعات وتعيين سمت القبلة

(في كيفية استعمال الابرة لتعيين الاوقات المذكورة ومدة الليل والنهار)

اذا أردنا معرفة الوقت في أى يوم كان من أى شهر فرض تؤخذ الابرة المعلقة في نقطة (ب) على البسيطة وتطول أو تقصر حسب ما تقتضى الحاجة حتى يجىء طرفها على النقطة المقابلة لذلك اليوم من النقط التي انقسمت على البروج على يمين البسيطة فيبتعبن بعد النقطة المذكورة من نقطة (ب) ثم تحرك الابرة حول نقطة تعليقها (ب) المذكورة الى أن تجىء على خط الوقت المطلوب نخط الساعة الذي يقع عليه طرف الابرة يدل على ذلك الوقت فاذا قرئ أحد العددين اللذين على طرفي هذا الخط تعلم الساعة الزوالية للوقت المبحوث عنه . ولمعرفة أى هذين العددين يدل على الوقت المطلوب يلاحظ أنه اذا كان هذا الوقت من الاوقات التي قبل الزوال كالامساك والفجر والشروق وصلاة العيد والظهر يؤخذ العدد الدال على ساعات الصباح واذا كان الوقت من الاوقات التي بعد الزوال كالعصرين والغروب والعشاء يؤخذ العدد الدال على ساعات المساء

(في كيفية استعمال الابرة والشاخص

لتعديل الساعات بأخذ الارتفاع وتعيين جهة القبلة)

لأخذ الارتفاع في أى يوم يؤخذ طرف الابرة ويوضع على نقطة ذلك اليوم بالكيفية المتقدم ذكرها ثم توضع البسيطة عمودية على الافق واحد جانبيها متجه نحو الشمس بحيث يقع ظل الشاخص الذي في (هـ) على استقامة الخط (هـ هـ) ثم تترك الابرة حتى تأخذ موضعها الرأسي الطبيعي نخط الساعة الذي يقع عليه طرفها يدل على الوقت المطلوب فتعدل الساعات على ذلك . ولنلاحظ هنا أيضا أنه يلزم أخذ أحد العددين المرقومين على خط الساعة باعتبار كون الوقت المطلوب من الاوقات التي قبل الزوال أو التي بعده فان كانت من الاوقات التي قبله يؤخذ العدد الدال على ساعات

الصباح والا فساعات المساء . وأما جهة القبلة فتعين بهذه الكيفية بوضع طرف
الابرة على نقطة اليوم المفروض كما تقدم وتحرك حتى تجيء على خط سمت القبلة ثم
تعين ساعة الصباح المقابلة لخط الساعة الواقع عليه طرف الابرة المذكورة ويحفظ في
النفس ثم ينتظر الوقت الذي تدل فيه ساعة زوالية مضبوطة على ساعة الصباح
المذكورة فتكون القبلة على اتجاه الشمس في ذلك الوقت

(تبيينه)

جميع القواعد التي ذكرناها الى هنا تتعلق باستخراج الساعات الزوالية وقد تدعو
الحاجة الى معرفة الساعات الغروية فيلزم حينئذ تحويل الساعات الزوالية الى
ساعات غروية وهذا التحويل متوقف على معرفة وقت الظهر في اليوم المفروض
فيلزم اجراء العمل بالكيفية الآتية ذكرها

وذلك بان تؤخذ الابرة ويوضع طرفها على نقطة اليوم المذكور كما تقدم مثاله ثم تحرك
قليلا قليلا حول نقطة (ب) الى أن تجيء على خط المشرق والمغرب وتبين خط الساعة
الذي يقع عليه الطرف المذكور فالعدد الموجود على هذا الخط الدال على ساعات
صباحية يبين وقت الظهر المطلوب بالنسبة للساعة الغروية وعلى ذلك اذا ضم هذا
الوقت الى الساعات الزوالية لاي وقت كان من الاوقات التي نكلمنا عليها في المواد
السابقة اولى الساعة التي تتعين بأخذ الارتفاع يكون المجموع هو الوقت المطلوب
بالساعة الغروية . واذا تجاوز هذا المجموع اثني عشر يلزم أن يطرح منه اثنا عشر
ويجري العمل على الباقي . واذا ضعفنا وقت الظهر المذكور تحصل على مدة الليل
ووقت الشروق بالساعة الغروية ويطرح مدة الليل من أربع وعشرين تبقى مدة
النهار

هذا وقد فرضنا فيما تقدم ان طرف الابرة يقع على أحد خطوط الساعات فان وقع
عليه بالتمام علم الوقت المطلوب بالضبط ولكن ان لم يقع عليه بالتمام ووقع ما بين خطين
من خطوط الساعات يلاحظ أن تلك الخطوط رسمت على بعد ارباع الساعات وان
طرف الابرة قد وقع في مسافة خمس عشرة دقيقة فبوجه التضمن يتعدد عدد الدقائق
ويضم الى عدد الساعات أو يطرح منه على حسب سهولة الاحوال

وحيث اننا قسمنا أيام الشهور خمسة خمسة ماعدا حزيران وكلون الاول لان الاول

قسم الى عشرة عشرة والثاني الى سبعة سبعة كذلك يلزم تعيين الايام التي لم يرسم لها خطوط مخصوصة بواسطة الفراغ الواقع ما بين كل خطين صغيرين بوجه التخمين واعلم أن الموقنين لزيادة الضبط يطرحون ثمان دقائق من الساعة المصحة على أخذ الارتفاع كما سبق تعريفه ويسمون ذلك تمكيننا

(أمثلة على العمليات المتقدم ذكرها)

إذا أريد استخراج الاوقات الخمسة وسائر الاوقات في اليوم الرابع من كانون الثاني مثلا يوضع طرف الابرء على نقطة ذلك اليوم وتحرك حتى تجيء على خط المشرق والمغرب فيصادف طرفها المذكور خط الساعة سبعة وخمس عشرة دقيقة صباحا وهو وقت الظهر ثم إذا ضعفنا هذا الوقت يحصل أربع عشرة ساعة ونصف ساعة وهي مدة الليل ووقت الشروق ولكن حيث ان هذا العدد قد تجاوز اثني عشر تطرح منه ويقال ان شروق الشمس في الساعة اثنتين ونصف ثم يطرح مدة الليل المذكورة من الاربع والعشرين يحصل تسع ساعات ونصف وهي مدة النهار

وإذا حصل بعد ذلك امرار الابرء على كل خط من خطوط الاوقات المطلوبة وتعيين عدد الساعات الحاصلة من وقوع طرف الابرء على خطوط الساعات وضم كل عدد على وقت الظهر وطرح اثني عشر من كل مجموع يزيد عن هذا العدد نجد الساعات الزوالية والساعات الغروية لكل وقت من الاوقات المطلوبة في اليوم المفروض على حسب الجدول الآتي

الزواالية	الساعات الزوالية	الساعات الغروية	الاوقات المطلوبة
١٠	خمس وست عشرة دقيقة	صفر واحد وثلاثون دقيقة	الامساك
١١	خمس وست وثلاثون دقيقة	صفر واحد وخمسون دقيقة	النجر
١٢	سبع وخمس عشرة دقيقة	اثنان وثلاثون دقيقة	شروق الشمس
١٣	سبع وسبع وأربعون دقيقة	ثلاث ودقيقتان	صلاة العبد
١٤	تسع وسبع وأربعون دقيقة	خمس ودقيقتان	وجود الشمس على الحجاب
١٥	اثناعشرة	سبع وخمس عشرة دقيقة	الظهر
١٦	اثنان واثنان وثلاثون دقيقة	تسع وسبع وأربعون دقيقة	العصر الاول
١٧	ثلاث وتسع دقائق	عشر وأربع وعشرون دقيقة	العصر الثاني
١٨	أربع وخمس وأربعون دقيقة	اثناعشرة	غروب الشمس
١٩	ست وأربع وعشرون دقيقة	واحدة وتسع وثلاثون دقيقة	صلاة العشاء

وإذا عينا الساعة الزوالية بأخذ ارتفاع الشمس قبل الزوال في اليوم المفروض
وجدناها تساوي عشرا وثمان عشرة دقيقة وبضمها الى وقت الظهر ثم بإجراء طرح
التمكين يبقى سبع عشرة ساعة وخمس وعشرون دقيقة وبطرح اثني عشرة منها
يفضل خمس وخمس وعشرون دقيقة وهي وقت إجراء هذه العملية بالساعة القروية
وإذا حصل ذلك بعد الزوال وجدنا الساعة الزوالية مساوية اثنتين واثنتين وخمسين
دقيقة فبضمها الى وقت الظهر وطرح الثماني دقائق للتمكين تكون الساعة القروية
مساوية لتسع وتسع وخمسين دقيقة

(في رسم نصف نهار الشمس الوسطى على سطح البسيطة الزوالية)

(٩٣) يؤخذ من جميع ما تقدم انه بمجرد قراءة العدد المقابل لحل وقوع ظل المرقم
على البسيطة الزوالية أو لحل وقوع الخيال الضوئي المار من ثقب اللوحة يعلم مقدار
الساعة الزوالية ولكن إذا قارنا الوقت المعين بهذه الكيفية بالوقت المعين بواسطة
الساعات المستعملة في أيدي الناس نجد تفاوتنا اما بالزيادة أو النقصان في جميع أيام
السنة ماعدا أربعة أيام منها فيتحدا فيها مثلا إذا فرضنا ان ظل المرقم وقع على خط
الساعة الثانية عشرة من البسيطة أي على نصف نهارها (شكل ٤٦) تكون
الشمس بمقتضى ذلك قد حلت سطح نصف نهار المحل بالضبط مع ان ذلك لا ينطبق على
ساعات اليد في أغلب الايام بل يتقدم عنه أو يتأخر الا في أربعة أيام فقط فان الساعة
تدل فيها وقتئذ على الساعة ١٢ بالتمام ويعلم من ذلك ان استعمال البسيطة بالطرق
التي ذكرت للآن لا يفي بالمتصور اذ ليس الغرض من كل بسيطة الا معرفة الوقت
بواسطة بحيث يكون ذلك مطابقا لساعات اليد ولهذا السبب رأينا ان نبادر بذلك سبب
هذا الاختلاف وكيفية ازالته فنقول

هذا الاختلاف لا يخلو اما ان يكون مؤسسا على عدم الانتظام في حركة الشمس أو
على عدمه في حركة آلة الساعات أعني انه لا بد أن حركة احدهما تزيد في بعض الايام
وتنقص في بعض آخر ولكن آلات الساعات يمكن ان يدقق في صنعها بحيث تنحرف
باتظام تام فلم يبق الا أن يكون عدم الانتظام حاصلا في حركة الشمس وبعض ذلك
شواهد أخرى

ولتوضيح ذلك نقول ان للشمس في كل يوم حركة رجوع تختلف من يوم الى آخر ففي
الرابع والعشرين من كانون الاول تتأخر في كل أربع ساعات بمقدار درجة واحدة

وست دقائق وثمان وثلاثين ثانية وفي اليوم الرابع من أيلول لا تأخر في كل أربع ساعات الا ثلاث دقائق وخمسين ثانية ونصف ثانية وفي باقي أيام السنة يختلف التأخير ما بين هاتين النهايتين . اذا تقرر ذلك تحقق لك عدم امكان بيان هذه الحركات بواسطة آلات الساعات وهذا تخيل شمساً أخرى منتظمة الحركة كما سنبينه في مادتي (٩٤) و (٩٥) بحيث تقطع تسعا وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزءاً من مائة جزء من ثانية وعلى هذا التخييل استعملت الساعات المتداولة في أيدي الناس وبسبب ذلك ينشأ في كل يوم تفاوت ما بين تلك الساعات الزوالية أى الافرنسية وما بين البسائط ويحسب هذا التفاوت بالنسبة لكل يوم ويوضع في التقويمات فيستعلم منه الزمن الوسطى في وقت الزوال الحقيقى وقد أجرينا ذلك في الجدول (مرة ٣) المذكور في آخر الكتاب فمن هذا الجدول يعلم مقدار الساعة المبنية على الشمس التخيلية وقت مرور الشمس الحقيقية بنصف النهار . ففى وصلت الشمس الحقيقية الى نصف النهار فى أى يوم كان يمكن بهذه الوساطة معرفة مقدار تأخر أو تقدم الشمس التخيلية (وتسمى فى بعض الاحيان بالشمس الوسطى) عن نصف النهار المذكور فاذا أجرى ذلك فى كل يوم أى اذا عين موضع الشمس التخيلية بواسطة الجدول عند ما تجى الشمس الحقيقية على سطح نصف النهار وأثبت ذلك على سطح البسيطة يحدث منحنى على هذه الصورة ٨ (شكل ٤٦) وكما أن خط الساعة الثانية عشرة أى خط الزوال فى البسيطة يسمى نصف نهار الشمس الحقيقية يسمى هذا المنحنى خط نصف نهار الشمس الوسطى أو الزمن الوسطى . ولرسم هذا الخط نقول من حيث انه منحنى ولا بد فى رسم كل منحنى من معرفة نقطه كلها أو بعضها ليضم بعضها الى بعض يلزم أولاً معرفة كيفية تعيين نقط المنحنى المذكور ولاجل ذلك يقال من (الشكل ٤٦) يفهم أن المنحنى المذكور يلاقى فى نقطتين كلا من المنحنىات المطلية التى سبق ذكر رسمها فى المادة (٦٦) وما بعدها الى المادة (٨١) فاذا رسمنا من كل ثلاث درجات من درجات البروج منحنىاً مظلماً بأن رسمنا منحنىات برجى الحمل والسنبلة فكل واحد منها يقابل يومين من أيام الأشهر الرومية . وحيث ان خطوط الساعات المقروضة على بسائطنا قد رسمت على مسافة ارباع الساعات فأحد تلك المنحنىات المطلية وهو منحنى أول برج الحمل يكون خطاً مستقيماً متصداً بخط المشرق والمغرب ويكون كل قسم مثل (ب م) محصور بين خطين من خطوط الساعات دالا على خمس عشرة دقيقة وحيث ان حلول الشمس فى رأس الحمل

يكون في الثامن من مارث فاذا بحثنا في الجدول (٣) عن الزمن الوسطى وقت الزوال الحقيقي نجد سبع دقائق زمانية وثلاثين ثانية وأحدا وعشرين جزءاً من مائة من ثانية فلو فصلنا من (ب م) المساوى خمس عشرة دقيقة من جهة الشرق بهذا مساوياً للمقدار المذكور أى سبع دقائق وثلاثين ثانية وأحدا وعشرين جزءاً من مائة من ثانية وليكن هذا البعد (ب د) تكون النقطة (د) من ضمن نقط المصنى المطلوب وكذلك حيث ان خط أول الميزان يتعد بخط أول الحمل المتقدم ذكره وان الشمس تحل في رأس الميزان في اليوم الحادى عشر من ايلول فاذا بحثنا في الجدول (٣) عن الزمن الوسطى وقت الزوال الحقيقي في اليوم المذكور نجد احدى عشرة ساعة واحدى وخمسين دقيقة واثنين وخمسين ثانية وثمانية وستين جزءاً من المائة فبطرح هذا المقدار من اثنتى عشرة وأخذ (ب د) مساوياً للفرق على الخط (ب م) من الجهة الغربية نجد نقطة (د) وهى نقطة ثانية من المصنى المطلوب

وتكرار هذه العملية على المصنعات المظلمة وخصوصاً في أوائل الشهور تحدث نقط عديدة من نقط نصف نهار الزمن الوسطى اذا ضم بعضها الى بعض بخط مستمر يحصل شكل على هذه الصورة ٨ يكون هو المصنى المطلوب ثم بكتابة أسماء الاشهر على جهات تعداد الايام يتم المقصود

وعلى هذا النمط اذا فرضنا بسيطة مرسوما عليها نصف نهار الزمان الوسطى فانه عند مايجب ظل مرقعها أوضوه ثقب لوحها على نصف نهار الزوال الحقيقي يكون موضع الشمس الوسطى فيها هو نقطة تلاقي المصنى المظلم المقابل لليوم المفروض مع نصف نهار الزمان الوسطى فلو علم الوقت المقابل لهذه النقطة وقورن به الوقت المعين من ساعات اليد تبين جهة حركة هذه من عدمها

وبطريقة أخرى خذ الجدول (٣) وعين أى وقت شئت على البسيطة ثم ابحث في الجدول عن الوقت المذكور في خانة اليوم الذى أنت فيه وضم الوقتين فيكون المجموع مساوياً للزمن الوسطى واذا زاد المجموع عن اثنى عشر فاسقطها منه . وبالجمله فالاوقات التى تدل عليها الشمس مباشرة على البسيطة تسمى ساعات حقيقية واذا ضمت الاعداد المذكورة في خانة ذلك اليوم من الجدول التى تسمى بتعديل الزمان يكون الحاصل دالاً على الزمن الوسطى المستعمل في الساعات الافرنكية . وسنعود الى ذلك بالتفصيل في المواد الآتية

(تبيينه)

ان الاوقات الخمسة وغيرها التي نستعمل من بسيطة اليد كما تقدم بيانه في المادة (٨٢) وما يليها مبنية على حساب الزمن الحقيقي فان كانت ساعة الجيب متحركة على الساعة الزوالية (وربما دلت في بعض الاحيان على الزمن الوسطى أيضا) وأريد معرفة تلك الاوقات يلزم اجراء التحويلات على المنوال المتقدم ذكره وان كانت متحركة على الساعة الغروبية فلا حاجة لتلك التحويلات ويكتفى باجراء العمل على الوجه المذكور في موضعه

(القسم الثاني)

في البسائط الفسروبية

(الفصل الاول)

في بيان الساعات والازمنة

(في الساعات النجمية والساعات الشمسية)

(٩٤) الساعة آلة تتخذ اقياس الازمنة السابقة ومقارنة بعضها ببعض وهي أنواع مختلفة فمنها ما تكون من زجاجتين محوقتين تتصل احدهما بالآخرى بانبوبة ضيقة جدا موضوع في احدهما كمية معلومة من الرمل تنزل منها الى الاخرى بالتدريج في مدة معينة وتسمى بالرملية ومنها ما هي على هذا الشكل أيضا ولكن بوضع فيها بدل الرمل ماء وتسمى بالمائية ومنها ما تكون على خلاف ذلك والغرض من الجميع واحد وهو قياس الاوقات ولاجل السهولة اعتبرت دورة الشمس مدة ليلة ونهار واحدة وقسمت الى أربعة وعشرين قسما متسارية كل قسم يسمى ساعة مستوية وقد وضعت البسيطة وما يماثلها لتعيين هذه الساعات . وأكمل الآلات التي يمكن استعمالها في هذا الغرض هي الساعات الميكانيكية التي توضع عادة في الجيب أو تعلق على حائط أو تركب على قنطرة لأنها فضلا عن انتظام حركتها في الاوضاع المختلفة سهلة الاستعمال بحيث يعلم منها عدد الدورات واجزاء كل دورة في أي وقت كان بواسطة الارقام المكتوبة عليها وينقسم الزمن المعين بهذه الآلات الى قسمين زمن فلكي وزمن شمسي والساعات التي تستعمل في النوع الاول تسمى بالساعات النجمية والتي تستعمل في النوع الثاني تسمى بالساعات الشمسية وتستعمل الساعات النجمية في الرصد

خانات والوحدة المعتبرة فيها هي اليوم أعني مدة دوران الكرة السماوية دورة تامة وهي ثلثمائة وستون درجة وينقسم اليوم الى أربع وعشرين ساعة نجمية فمضي ساعة نجمية معناه أن الكرة السماوية قطعت خمس عشرة درجة ومضي ساعتين معناه قطعها ثلاثين درجة وهلم جرا الى الساعة الرابعة والعشرين فانها تدل على قطع الكرة ثلثمائة وستين درجة وهي مدة رجوع نقطة ثابتة من الكرة السماوية الى سطح نصف النهار

ليكن (ع) مثلا دائرة يومية (شكل ٤٧) و(ب ح) نصف نهار الحمل و(م) نقطة ثابتة على قبة السماء مارة من نصف النهار المذكور بحيث اتنا فرضنا النقطة (م) ثابتة على قبة السماء فحركتها الظاهرية هي نفس الحركة العمومية للكرة السماوية فعند رجوع النقطة المذكورة ثانيا الى نصف النهار نكون هذه الكرة قد قطعت دورة كاملة وكل آلة تقسم مدة هذه الدورة الواحدة الى أربع وعشرين ساعة نسمي ساعة نجمية وتسمى تلك المدة يوما نجميا وهذا هو المستعمل في الرصد خانات كما قلنا ويتدثون في الحساب من وقت مرور نقطة الاعتدال الربيعي بنصف النهار

وأما الساعات الشمسية فهي المستعملة في أيدي الناس سميت بذلك لان المرئي فيها انما هو حركة الشمس واذ لم تكن ثابتة في نقطة واحدة من قبة السماء لان لها حركة تابعة للحركة اليومية العمومية وحركة على مدارها السنوي فالحمل الذي توجد فيه في وقت معين تتأخر عنه قليلا في اليوم التالي في الوقت المقروض وبناء على ذلك لا يمكن أن تكون مدة دورتها الكاملة في أربع وعشرين ساعة نجمية بالضبط

لنفرض ان الشمس حالة في نقطة (د) (شكل ٤٧) ومنطبقة على نقطة (م) التي هي مبدأ حساب الساعات النجمية فاذا ابتدأت النقطتان في الحركة في آن واحد تدور نقطة (م) دورة كاملة في مدة أربع وعشرين ساعة نجمية وترجع الى سطح نصف النهار وأما نقطة (د) المتحركة بحركة الشمس السنوية فانها تتأخر في كل آن بحيث لو فرضنا اليوم في (د) ففي اليوم التالي تكون متأخرة في (د) وبهذا السبب يوجد فرق ما بين الساعة النجمية والساعة الشمسية بحيث تكون الاولى متقدمة عن الثانية وهذا الفرق يتضاعف بالتقريب مقداره في اليوم الثاني ويصير ثلاثة أمثاله

كما هو مقرر في مواضعه . وحينئذ فالمدة التي تقطعها الشمس للمرور مرتين بسطح نصف النهار لم تكن منتظمة بل تختلف يوما بعد آخر فتكون تارة أعظم مما كانت وتارة أقل ولهذا السبب لا يمكن الدلالة على هذه الاوقات بواسطة ساعات اليد لان حركتها منتظمة دائما فلنع هذه الصعوبات تخيل نجما غير الشمس الحقيقية ذات حركة منتظمة بحيث تقطع بسرعة واحدة دوائر الشمس اليومية في نفس مدة الاربع والعشرين ساعة الشمسية وتسمى هذه الشمس التخيلية بالشمس الوسطية فهذه الشمس تتأخر تارة عن الشمس الحقيقية وتتقدم تارة عليها وتنطبق تارقمعها وليبان ذلك نقول يظهر من الشكل (٤٦) ومن الجدول (٣) ان الشمس الحقيقية عند ما تكون في أيام السنة على خط زوال البسيطة تكون الشمس الوسطية على المنحنى المرسوم في الشكل المذكور في النقطة المقابلة لليوم الذي يفرض وهذا فيما عدا أربعة أيام من السنة عند ما تكون الشمس في جهة الغرب أو الشرق ففيها تنطبق الشمس على نقطة واحدة ويكون ذلك أولا في الثالث عشر من كانون الاول ثم يتبدئ الشمس الحقيقية في التأخير عن الشمس الوسطية الى اليوم المتمم للثلاثين من كانون الثاني فيصير الفرق بينهما أربع عشرة دقيقة وسبعاً وعشرين ثانية وثملياً وثمانين من مائة ثم تعود الشمس الحقيقية فتتقارب من الشمس الوسطية فتتطبق عليها في اليوم الثاني من شهر نيسان ثم تتقدم الشمس الحقيقية على الشمس الوسطية حتى يصير البعد بينهما مساوياً لثلاث دقائق واثنين وخمسين ثانية وذلك في اليوم الثاني من شهر مايو ثم يتقارب بعضهما من بعض حتى ينطبقا معا في الثالث من شهر حزيران فتراجع الشمس الحقيقية في التأخر الى اليوم الرابع عشر من تموز حتى يصير الفرق بينها وبين الشمس الوسطية ست دقائق وأربع عشرة ثانية وبعد ذلك تتقارب منها حتى تنطبق معها في التاسع عشر من أوغسطس ثم تتقدم الشمس الحقيقية الى اليوم الحادي والعشرين من تشرين الاول فيكون الفرق قد وصل الى نهايته العظمى وهي ست عشرة دقيقة وتسع عشرة ثانية ثم يتقارب الثمان ثانياً الى أن ينطبقا في الثالث عشر من كانون الاول . وبالاختصار نقول ان الشمس الحقيقية تتأخر عن الشمس الوسطية من ثالث عشر كانون الاول الى ثاني نيسان ومن ثالث حزيران الى تاسع عشر أوغسطس وذلك من الجهة الغربية وتتقدم عليها من الثاني من نيسان الى الثالث من حزيران ومن التاسع عشر من أوغسطس الى الثالث عشر من كانون الاول

وذلك من الجهة الشرقية في ذلك اليوم تقرب الشمس الوسطية قبل الشمس الحقيقية وفي اليوم التالي بعدها وحيث ان التفاوت اليومي المذكور أي القوس الذي بين الشمس الوسطية والشمس الحقيقية هو عبارة عن زاوية فاذا عرفت في كل يوم وضرب مقدارها في أربعة وقسم الحاصل على ستين تحول الى كمية زمانية هي قيمة الزمان الوسطي للزوال الحقيقي وتدرج بهذا الاسم في جداول التقاويم المتعلقة بالشمس وقد أدرجناها نحن في جدول نمرة (٣) باسم تعديل الزمان

وكما ان ساعات الشمس الوسطية تسمى بالساعات الوسطية وكل أربع وعشرين منها تسمى باليوم الوسطي فكذلك ساعات الشمس الحقيقية تسمى بالساعات الحقيقية وكل أربع وعشرين منها تسمى باليوم الحقيقي وعلى ذلك تكون الساعة الشمسية على نوعين والنوع الذي يستدل عليه بالبساط هو الساعات الحقيقية

ومما تقدم يفهم انه لا يمكن بيان الساعات الحقيقية بواسطة آلات الساعات المستعملة في أيدي الناس ولذلك نجد ان المستعمل في أكثر المحلات هو الساعات الوسطية ولكن حيث ان الشمس الوسطية ليست مرتبة فلا يمكن تصحيح الساعات التي بأيدي الناس الا بالطريقة الآتية وهي

ان يعين مبدأ الساعة الحقيقية بالرصد ثم يبحث في جدول نمرة (٣) عن تعديل الزمن المقابل لليوم الذي يرض ونظم قيمته المعلومة بالساعات والدقائق والثواني الى الساعة الحقيقية التي وجدت فيكون الحاصل هو الساعة الوسطية للوقت الذي رصدت فيه الساعة الحقيقية فان كانت ساعة اليد دالة على هذا الحاصل كانت صحيحة والا يلزم تصحيحها بنقل عقربها الى الموضع اللائق

وكذلك نقل سهم التأخير أو التقديم كما هو معلوم . هذا وان زاد هذا الحاصل عن اثني عشرة يقطع النظر عن هذا العدد

واعلم ان تصحيح الساعات بالكيفية المتقدمة غير مستعمل في بعض الممالك فالساعات هناك لا تدل على الوقت الوسطي وعلى ذلك فلا تدل على الوقت الحقيقي بل هي ساعات غروية وسنتكلم عليها في المادة الآتية ولعلكن هذه الساعات يعثر بها الفساد في أكثر الاحوال ولذلك يوجد كثير من مصلى الساعات في تلك البلاد وفيها تجارة الساعات رابحة وأسواقها نافقة بل يصح القول بان تجارتها منحصرة في الساعات

(في بيان الساعة الزوالية والغروية)

(٩٦) بينا ان الساعات الشمسية تنقسم الى ساعات حقيقية وساعات وسطية ونقول ان كلا منهما ينقسم الى ساعات زوالية وساعات غروية فانواع الساعات الشمسية اذن أربعة وقد تعارف الناس تسمية الساعات الزوالية بالافرنكة والغروية باللاتركة ولكل من النوعين مبدأ مخصوص فبدأ الساعات الزوالية وقت مرور مركز الشمس الوسطية بسطح نصف نهار المحل بحيث تكون الساعة الزوالية في تلك اللحظة صفراً وكلما بعد المركز عن السطح المذكور تأخذ الساعة في التزايد الى أن يقطع قوس نصف الليل فتكون الساعة اذ ذاك اثنتي عشرة ثم يعدد المركز عن هذا القوس وتطلع الشمس على الافق ويصل مركزها ثانياً الى نصف النهار فتصير الساعة أربعة وعشرين أي اثنتي عشرة مرة ثانية ثم تبتدئ الساعة من الصفر بالكيفية المتقدمة وهلم جرا فعدة الاربع والعشرين ساعة المذكورة هي مدة اليوم الشمسي كما تقدم ذكره ومن ثم يرى ان البسائط التي تكلمنا عليها في القسم الاول مبنية على هذا الاساس

وحيث ان المدة المذكورة عبارة عن المدة التي تلزم لقطع مركز الشمس الوسطية على الكرة السماوية ثلثمائة وستين درجة وتسعا وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جراً من مائة كما بينا ذلك في مادتي (٩٤) و (٩٥) فاذا صنعت آلة ساعة تدور بسرعة منتظمة وتدل على هذه المدة فكلما يمر مركز الشمس الوسطية بسطح نصف النهار دلت الآلة على الصفر أي على منتهى الساعة الثانية عشرة وحيث ان الحركة منتظمة فلا تتأخر الآلة تارة وتتقدم تارة اخرى ولا يحتاج اذن الانسان الى تعديل عقاربها ويمكن حينئذ بيان الساعات الزوالية بالآلات ساعات عادية مدة سنين بدون أن يعثر بها خلل أو سكون الا اذا عرض عليها عارض خارجي كالسقوط ونحوه ولكون مبادئ الاوقات الوسطية أي الزوالية تختلف باختلاف الامكنة تنقسم الايام الشمسية الى نوعين أحدهما الايام الفلكية وطولها مدة ما بين مرورين متوالين للشمس من سطح نصف النهار أي أربع وعشرين ساعة كاملة والثاني الايام العرفية وتبتدئ قبل الايام الفلكية بآثني عشرة ساعة أي وقت مرور الشمس من نصف الليل فحينما تنجو الشمس على نصف النهار تكون قد دلت الساعة الثانية عشرة من

الصباح متى رجعت ثانيا الى نصف الليل تكون قد تمت الساعة الثانية عشرة من الليل

وأما الساعات الغروبية فبدؤها من غروب الشمس بمعنى ان الزمن عند الغروب يعتبر صفرا ثم يأخذ في التزايد الى ان تصل الشمس الى نصف مدارها اليومى فيكون الماضي حينئذ اثنتى عشرة ساعة ثم تبدى ثانيا من المشرق حتى تغرب الشمس مرة أخرى من الجهة الغربية فيكون ماضى اثنتا عشرة ساعة مرة ثانية فجهة الافق الغربية هي اذن مبدأ الساعات الغروبية

ومن المقرر عند أرباب هذا الفن ان جميع نقاط الكرة الارضية ماعدا التي على خط الاستواء لا تمر بدوائرها الافقية بالقطبين فانقسام دوائر الشمس اليومية بها يكون الى قسمين غير متساوين ومن المقرر أيضا ان الشمس لا تتحرك على دائرة واحدة فقط بل تنقل كل يوم الى دائرة غير التي كانت عليها قبل بحيث ان نقطة تقاطع الافق بمحيط دائرة يومية مقابلة ليوم معلوم تكون غير نقطته في اليوم الثانى بمعنى ان النقطتين لا تكونان على دائرة ساعية واحدة فمن هذين الامرين المقررين يعلم ان المدة التي بين مرور الشمس من جهة الافق الغربية ومرورها منها مرة ثانية يلزم ان تكون غير مساوية للمدة التي بين مرورها الثانى ومرورها الثالث وقت الغروب فاحدى المديتين تكون تارة أكبر وتارة أصغر من الاخرى ولنبحث فيما يأتى عن المديتين النهايتين اللتين ينحصر بينهما هذا التفاوت وعن السبب في عدم تساوى التفاوت المذكور كل يوم . ليكن (و و) خط الاستواء (شكل ٤٨) و (س س) محور العالم و (ب ه) أفق النقطة (ح) ولنبحث عن شكل المدار اليومى الذى ترسمه الشمس بعد التاسع من شهر حزيران فنجده ان الشمس بعد هذا اليوم تأخذ في التقرب من خط الاستواء فبناء على ذلك اذا كانت الشمس تقرب في اليوم المذكور من نقطة (م) ففي أثناء الليل والنهار التاليين له ترسم الخط الحزونى (م ع ع د) وتقرب من النقطة (د) التى على جنوب النقطة الاولى (م) بحيث ان هاتين النقطتين لا تكونان على دائرة ساعية واحدة

ولترسم اذن من كل منهما دائرة ساعية فنجد سطحين صائعين بينهما زاوية كروية قطبية (م س د) وهى عبارة عن الفرق بين نصفى ليلتى اليومين المفروضين أو التفاوت اليومى المراد معرفته فاذا اعتبرنا المثلثين الصكرويين القائمى الزاوية (ب س م)

و (ب م د) وحالناهما بالقوانين المعروفة وعينا زاويتيها القطيبتين (م) ثم طرحنا احدهما من الاخرى فيكون الباقي زاوية (م م د) أي التفاوت المطلوب

هذا ويظهر من وجود هذا التفاوت اليومي ان أي ساعة من الساعات لا يمكن أن تين الاوقات الفروية بدون ان تصح أي تقدم حركتها تارة وتؤخر اخرى بواسطة المسار المعد لذلك

ولزيادة التوضيح نقول انه بسبب هذا التفاوت يكون المعنى اليومي (م ع ع د) أقل من ثلثمائة وستين درجة بمقدار زاوية التفاوت أي بقدر الفرق بين نصفي ليلتين متواليتين وهذا من تاسع حزيران الى تاسع كانون الاول أي في مدة تناقص الايام وتزايد الليالي والساعات في أثناء هذه المدة لا يمكن أن يستدل منها على الاوقات الفروية الا ببطء حركتها اذ أن الشمس في هذا الحين ترسم أقل من ثلثمائة وستين درجة وكذلك من بعد تاسع كانون الاول فان الشمس تقطع في ٢٤ ساعة ثلثمائة وستين درجة وجزءاً مساوياً للفرق بين نصفي نهارين فلا يمكن اذن في هذه الحالة استعمال الساعات الا بزيادة حركتها لان الشمس اذا غربت في تاسع كانون الاول في نقطة (و) مثلاً ففي اليوم التالي تغرب في نقطة (ل) بعد ما ترسم الحززون (و ف ف ل) الذي طوله ثلثمائة وستون درجة زائدا الزاوية (ل ل) التي هي عبارة عن الفرق بين نصفي طولي النهارين ويكون ذلك في مدة انتقال الشمس من مدار الجدي الى جهة الشمال وبالجملة يفهم من التعريفات السابقة ومن الشكل المرسوم ان نقطة غروب الشمس في يوم معلوم تختلف من نقطة غروبها في اليوم التالي بحيث ان النقطتين توجدان على سطحين ساعيين يصنعان زاوية تساوي الفرق بين نصفي ليلتين في الجهة الشمالية والفرق بين نصفي نهارين في الجهة الجنوبية ومن هذا الاختلاف ينتج ان الشمس تغرب تارة قبل أربع وعشرين ساعة وتارة بعدها فلهذا السبب يظهر لبعض الناس ان الساعات تتقدم في بعض الاحيان وتتأخر في اخرى مع ان سرعتها واحدة والشمس هي التي تحدث هذا الاختلاف لان الشمس في مدة الصيف اذا غربت في نقطة (م) ورسمت القوس (م ع ع د) تكون قد قطعت عند ما تصل الى (د) ثلثمائة وستين درجة الا انها قبل وصولها في (د) تكون قد غربت في نقطة (و) قبل أن تتم ساعات النهار اثنتي عشرة وكذلك بعد ستة شهور اذا غربت الشمس في (و) ورسمت

القوس (و ف ف) تكون قد قطعت عند ما تصل الى نقطة (ل) التي على السطح الساعى المار بنقطة (و) ثمانمائة وستين درجة وتكون ساعات النهار تمت اثنتى عشرة الا أن الشمس لا تغرب بعد ذلك الا ببعض دقائق . ففى الحالة الاولى يظهر ان الساعة قد تأخرت وفى الثانية انها قد تقدمت . ولا بد من وجود التقديم والتأخير فى كل يوم وحيث ان مقاديرهما تختلف باختلاف الايام فليس سهولة معرفتها أدرجنا فى الجدول (٤) الموجود فى آخر الكتاب مقادير التقديم والتأخير لكل عشرة أيام ودونك كيفية اجراء الحساب

لتكن (م) نقطة غروب الشمس فى تاسع حزيران ولنفرض انها تغرب فى اليوم التالى من هذه النقطة أيضا فتكون الشمس قد قطعت ثمانمائة وستين درجة ولكن اذا اعتبرنا انتقال الشمس على مدارها السنوى فى مدة قطعها هذه الدائرة نرى انها تقهر كل يوم بمقدار غير ثابت ولو فرضناه ثابتا لكان مقداره تسعا وخمسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين جزء من الثانية كما بينا ذلك فى الملة (٨٢) وهذا المقدار هو تأخير الشمس الوسطية التخيلية وأما تأخير الشمس الحقيقية فتارة يزيد عن هذا المقدار وتارة ينقص عنه

وسواء كان التأخير المذكور ثابتا فى الواقع أو غير ثابت فبفرض وجوده لا يمكن ان الشمس تغرب مرتين متواليتين من النقطة (م) الا بعد قطعها ثمانمائة وستين درجة زائدا التأخير المذكور أى

$$٣٦٠^\circ + \text{التأخير اليوى}$$

واذا أخذنا فى البحث عن مقادير ابعاد نقطة الغروب بعضها عن بعض نلاحظ ما قلناه سابقا أى انه حينما تكون الشمس على نصف الكرة الشمالى تكون الابعاد المذكورة مساوية للفرق بين نصفي ليلتين وحينما تكون على النصف الجنوبى تكون مساوية للفرق بين نصفي نهارين ففى مدة السنة الشهور التى يتناقص فيها النهار يؤخذ الفرق المذكور بعلامة الناقص فيحدث هذا القانون

$$\text{مدة دوران الشمس بين الغروبين} = \text{تأخيرها اليوى} + ٣٦٠^\circ - \text{الفرق بين نصفي الليل والنهار}$$

وفى مدة السنة الشهور التى يتناقص فيها الليل يؤخذ الفرق المذكور بعلامة الزائد

ويحدث هذا القانون مدة دوران الشمس بين الغروبين $= 360^\circ +$ التأخير اليومي
 $+ \text{الفرق بين نصفي الليل والنهار}$

واعلم ان تأخير الشمس اليومي يعلم من الجدول وذلك بان تطرح الاعداد المكتوب
 بعضها بهذا بعض لكل يوم تحت عنوان المطالع المستقيمة ثم تضرب الفرق في خمسة
 عشر وتحويل الحاصل الى القوس فما كان تضعه في القانون السابق ذكره

وكذلك لحساب الفرق بين أنصاف الليل وأنصاف النهار نلاحظ ان المثلثات الكروية
 (ب س م) و (ب س د) و (هـ س ق) و (هـ س ل) كلها قائمة الزوايا وان (ب س)
 و (هـ س) يساويان عرض البلدة و (س م) و (س د) و (ق س) و (ل س) أوتار
 الزوايا القائمة ومساوية لتمام ميل الشمس فلنا

محاس (الضلع) = محاس (الوتر) \times تمام جيب (زاوية المحيط)

وبوضع المقادير المتقدم ذكرها يكون

محاس (العرض) = محاس (تمام الميل) \times تمام جيب (س) أو (س')

وحيت انه يمكن معرفة عرض البلدة وميل الشمس فبواسطة هذا القانون يمكن تعيين
 الزاويتين (س) و (س') لاي عرض كان ولكل يوم أو لبعض الايام فاذا أردنا حسابهما
 للايام المنسدرجة عشرة ف عشرة في جدولنا والايام التالية لها ثم طرحناها بعضها من
 بعض نجد مثلا

ان المدة التي بين غروبي ١٠ و ١١ أغسطس تعادل $31^\circ 26'$

وان المدة التي بين غروبي ١٠ و ١١ شباط تعادل $31^\circ 17'$

ويظهر مما تقدم انه يمكن بالكيفية المذكورة حساب الادوار السماوية لاي يوم كان
 من السنة وقد حررنا الجدول السابق ذكره على هذا المنوال وأدرجنا في الحانة
 الاخيرة منه الزمن ما بين كل غروبين متواليين المبين بساعة مفروض أنها تتحرك أربعاً
 وعشرين ساعة بالتمام في مدة ما تغرب الشمس مرتين في ٣٠ و ٣١ غوز أي في حالة
 ما تكون المسافة بين الغروبين المذكورين ثلثمائة وستين درجة وتسعاً وثلاثين دقيقة
 واثنين وعشرين ثانية وكيفية ذلك ان تأخذ المسافة بين غروبين من الجدول ثم
 تطرحها من مسافة الغروبين في ٣٠ و ٣١ غوز المذكورة آنفاً وتقسم الفرق على ١٥
 لكي يتحول الى كمية زمانية ثم تضعه الى ٢٤ أو تطرحه منها على حسب كونه ايجابياً
 أو سلبياً فما كان فهو المطلوب

مثال ذلك لنبحث عن الزمن الذي بين غروب الشمس في ١٨ و ١٩ مارت فنبحث في الجدول المذكور (٤) عن هذين اليومين في الحالة الاولى ثم تنتقل الى الحالة السادسة فنجد أن المسافة بين هذين الغروبين هي $٥٢^{\circ} ١٤' ٣٦''$ فنطرح هذا العدد من العدد المذكور أعلاه أي من $٢٢^{\circ} ٣٩' ٣٦''$ فنجد الباقي السلي $٣٠^{\circ} ٢٥'$ نقسمه على ١٥ فيخرج $٢^{\circ} ٢٢'$ وهي كمية زمنية فنضيفها الى ٢٤ فنجد $٢٦^{\circ} ٢٢'$ ساعة وهو نفس العدد المذكور في آخر حالة

هذا وإذا أمعنا النظر في الحالة الاولى من أعلى الى أسفل نلاحظ أن كل آلة ساعة غربية تتحرك أربعاً وعشرين ساعة بالتمام في أثناء غروب الشمس في ٣٠ و ٣١ من شهر تموز فأنها تتحرك في أثناء سائر الايام أما بزيادة عن ٢٤ ساعة وأما بنقص عنها أو كما يظن عادة فأنها تتقدم في بعض سائر الايام وتتاخر في أخرى وإذا كان التفاوت اليومي المتقدم ذكره يختلف في الايام المختلفة فلا يمكن إذن استعمال الساعات الغربية بكيفية مستمرة بدون تعديدها أي بدون تبطئة حركتها في بعض الفصول وزيادة حركتها في البعض الآخر

ولبيان ما تقدم بكيفية أسهل مما ذكر نفرض كرة سماوية صناعية وتظهر في المدارات اليومية التي ترسمها الشمس على نصف الكرة الشمالي في الايام التي قبل تاسع حزيران والتي بعده ثم نبحث عن نقطة تقاطع أحد هذه المدارات بالافق والقوس المار بهذه النقطة والقطب السماوي ثم نبحث أيضاً عن هذا القوس بالنسبة للمدار المقابل لليوم التالي فهذان القوسان يصنعان زاوية كروية مساوية لمقدار التفاوت اليومي الناشئ عن اختلاف وقت الغروب في اليومين المذكورين

وإذا كررنا هذه العملية في أيام مختلفة نرى أن هذه الزاوية تتغير دائماً أما بالتزايد وأما بالتناقص ثم إذا أجرينا جميع ذلك على نصف الكرة الجنوبي يظهر لنا ما ظهر في الحالة الاولى فينتج من ذلك أن أحسن ساعة لبيان الوقت بالضبط لابد أن يقع فيها اختلاف وقت تبدل الفصول بحيث يلزم لضبطها ودلائبها على تمام الساعة الثانية عشرة وقت الغروب أن يصير تطويل رفاصها في شكل خمسة أو عشرة أيام أعني أن يصير تبطئة حركتها وذلك من عاشر أيلول الى عشرين كانون الثاني وأن يصير زيادة سرعتها من عشرين كانون الثاني الى عاشر أيلول كما يظهر ذلك من امعان النظر في الجدول (٤)

ويمكن أيضا تخصيص أربع ساعات للفصول واستعمال كل واحدة منها في الفصل المناسب لها

لأما إذا نظرنا في الجدول نرى ان أقرب بعد بين غروبين يكون في عشرة من أيلول وأعظم بعد يكون في عشرين من كانون الثاني بحيث ان الشمس التي تقطع المسافة بين الغروبين في عاشر أيلول في أربع وعشرين ساعة تقطع المسافة بين الغروبين في عشرين كانون الثاني في أربع وعشرين ساعة ودقيقتين وسبع وخمسين ثانية ونصف ثانية كما يظهر ذلك من تحويل الفرق بين المسافتين الى كمية زمانية أما الايام التي بين هذين الحدين فانها تتزايد من عشرة ايلول الى عشرين كانون الثاني وتتناقص من عشرين كانون الثاني الى عشرة ايلول وهذا التزايد أو التناقص لا يحصل على نسق واحد فانه يكون قليلا جدا في بعض الايام حتى لا يكاد يشعر به وفي بعض آخر يظهر جليا ولهذا السبب يكفي تبطة حركة الساعات بالتسديج أو كما يقال باللغة الفرنسية (رتارده) في كل خمسة أيام أو عشرة أو خمسة عشر يوما وذلك من عاشر ايلول الى عشرين كانون الثاني ثم زيادة سرعتها أو كما يقال (أوانسه) في المواعيد المذكورة من عشرين كانون الثاني الى عاشر ايلول وبذلك تقرب الساعات الغروبية من الحقيقة بقدر الامكان

وينتج مما تقدم جميعه عدم جواز الاعتماد على الاوقات الميينة بالساعات الغروبية الا اذا أمكن تصحيحها كل يوم بواسطة أخذ ارتفاع الشمس ولكن اذا احتجبت الشمس بالهباب خمسة أو عشرة أيام متتالية لاسيما في شهر رمضان المبارك يقع الخلل فيها بحيث لا ترى ساعتين متطابقتين وربما كان الاثنان مخطئين

ومن الناس من يدعي صحة حركة ساعتهم وربما يصادف ذلك بالتقريب مدة شهر أو شهرين فحسب ذلك ان الساعة المذكورة ربما كانت عند صانع الساعات في أحد قسمي السنة الذي يتزايد فيه التفاتات اليوم أو يتناقص فصانع الساعات يطيئ حركتها أو يزيد سرعتها على حسب الوقت فان أرجعها الى صاحبها قبل دخول القسم الثاني تستمر الساعة على تعيين الوقت بوجه التقريب ولكن بعد ما يتم هذا القسم ويدخل القسم الثاني وذلك بعد اليوم الذي يتساوى فيه الليل والنهار فتختل حركتها بالكلية وتأخذ اما في الزيادة واما في النقصان فترى صاحبها يقسم عقاربها كل يوم أو يومين حتى تنفسد فيعطى لصانع الساعات وهو يأخذ في تصليحها وهكذا الى أن تفسد بالكلية

الآلة قبل عمرها الطبيعي فبعد خروجها الى الاسواق وفراقها عدة من الرفاق ترجع الى دكان الساعات تآبئة من الدوران وتكتفى بأن تعلق زينة على الحيطان هذه هي حالة الساعات الغروبية

(في الكرونومترات)

(٩٧) من أعظم منافع الساعات المسماة بالكرونومترات استعمالها لبيان الاوقات المتساوية غير المتبدلة لانها تتحرك بسرعة واحدة منتظمة وتدور دورات متساوية فلا يصح استعمالها اذن لبيان الاوقات الغروبية لان المدة بين غروبين متوالين متغيرة دائما كما تقدم ذكره ومن حيث انها غالية الثمن لدقة صنعها فيضى من مسألتهما كثيرا ولهذا السبب تفضل عليها في هذه الحالة الساعات الاعتيادية التي ربما يكون ثمنها خسين قرشا وأما اذا أريد استعمالها لبيان الساعات الغروبية بتعويضها في كل فصل كما تقدم بيانه فانها تفسد في مدة قليلة لاسيما واصل اختراعها كان لبيان الساعات الزوالية وفي الحقيقة ان لهذه الآلة مزايا كثيرة ولكن الاوفق استعمالها فيما وضعت له فقط واستعمال ساعات أخرى لبيان الاوقات الغروبية تكون زهيدة الثمن لما يترتبها من الفساد في مدة قليلة

(لاحقه)

(٩٨) استعمال الساعات الغروبية كان أمرا معروفا في بعض الممالك فكانوا يعتبرون غروب الشمس مبدأ للزمن كما ذكر آنفا ولكن لما ترقى العلوم وظهر ما في استعمال الساعات المذكورة من الصعوبات التي ينشأها أبدل ذلك المبدأ بوقت الزوال وبذلك التبديل قد زال أعظم الصعوبات ولازلة الصعوبة الناشئة عن تقهقر الشمس على غير كيفية واحدة قد أخذوا متوسط تقهقرات جميع أيام السنة وفرضوا ثمنا تخيلية تقهقر كل يوم بكمية واحدة ثابتة فبسبب ذلك أمكنهم استعمال ساعات غروبية مضبوطة وفي الممالك السلطانية حرسها الله لا يزال اعتبار أخذ غروب الشمس مبدأ للساعات وهذا من الاحوال التي يتأسف عليها كما لا يخفى اذ الضرر من استعمال ذلك عظيم جدا فمثلا وابورات السكة الحديدية من المبال ضبط حركتها بهذه الساعة بدون أن يقع لها خطرات عديدة لان الساعة الغروبية كما تختلف باختلاف العروض تختلف سرعتها في اليوم الواحد فلهذا السبب يكون من الضروري استعمال الساعات

الزوالية في السكك الحديدية وأما الساعات الغروية فاستعمالها موجب لاضطراب
الاعمال المقيدة بأوقات محدودة وموجب لاصلاحها مرات عديدة وفي ذلك عسر ظاهر
ولا سيما أن جميع الساعات تصنع في الممالك الاوروپاوية فيلزم لاصلاح ساعة أن
تدفع مبالغ جسيمة من هذا الوجه أيضا للممالك الاجنبية فالاجدر تركها وأخذ
الزوال مبدءاً للأوقات وبهذه الحالة بدلا عن أن تكون الساعات تمت اثنتي عشرة
وقت أذان المغرب تكون كذلك وقت أذان الظهر وتكون سائر أوقات الصلاة في
ساعات مناسبة لأوقاتها على المبدأ المذكور

وإذا نظرنا هل الاولى استعمال الساعات الزوالية وضبطها على حركة الشمس الحقيقية
أولا نجد أن ذلك غير ممكن لانتفاء هذا أن تقهر الشمس اليومى يختلف باختلاف
الايام وبهذا السبب لا يمكن استعمال الساعات بالكيفية المذكورة بدون تعديلاتها
وحينئذ نكون قد وقعنا في الصعوبات الاولى

فلا بد إذن من استعمال الساعة الزوالية على الحالة التي هي عليها في سائر الممالك
أى على فرض شمس تخيلية تتقهر كل يوم بكيفية منتظمة بمقدار قوس طوله نسع
ونجسين دقيقة وثمانى ثوان وثلاثة وثلاثين من المائة كما بيناه في المادة الثانية
والثمانين

ولكن حيث ان شريعتنا الغراء تقضى بان الافطار والصلوات الخمس والامساك
وصلاة العبد تكون على حسب حركة الشمس الحقيقية فيلزم تعيين هذه الاوقات
بالكيفية التي تقتضيها الشريعة الغراء ثم تحول بواسطة جداول التعديلات الزمانية
الى الاوقات التي مبدؤها وقت الزوال أى الى الزمن الوسطى ويدرج في التقويمات
السنوية كما هو معتاد أوقات الافطار والصلوات الخمس والامساك وسائر الاوقات
الشرعية بالزمن الوسطى المذكور

(المقصد)

فهم مما تقدم أن الساعة المستعملة في أيدي الناس تكون على نوعين زوالية وغروية
ونقول الآن ان البسائط الشمسية تكون أيضا على نوعين بسائط زوالية وهى التى
تتبع حساب الساعات بالطريقة المعروفة بالافرنكية وبسائط غروية وهى التى تتبع
حساب الساعات بالطريقة المعروفة بالعربية أو التركية وقد بينا بالتفصيل هذا النوع

الاخير في القسم الاول وسنن في الفصول اللاحقة من هذا القسم الثاني البساط
الغروية وتذكر القواعد المتعلقة برسمها على أسطح متنوعة

الفصل الثاني

(في قواعد تمهيدية)

(بيان الاسطح السويية التي لابد في رسم البسيطة الغروية

من صورتها في الفراغ)

(٩٩) السطوح السويية للساعات الغروية ليست مارة من محور العالم مثل
سطوح الساعات الزوالية بل هي دوائر عظمى مارة بمركز الكرة السماوية وينقط
تقسيم الدوائر اليومية المقسومة الى أربع وعشرين قسما اقسام متساوية بالابتداء
من نقطة غروب الشمس في الجهة الغربية من الافق

لتفرض مثلا (و ق) محور العالم (شكل ٤٩) و (ف ف) أفق المحل و (ح ح)
خط الاستواء و (و د و) نصف النهار فاذا أردنا رسم المدارين اللذين يحددان
الدوائر اليومية نرسم كما هو معلوم من نقطتي (د و) دائرتين موازيتين لخط الاستواء
وعلى بعد منه يساوي ميل الشمس الكلي فلتكن (د ح) و (د ح) هاتين الدائرتين
فالدوائر اليومية الاخرى تكون محصورة بينهما ومدار السرطان (د ح) الذي توجد
عليه الشمس في الانقلاب الصيفي ومدار الجدي (د ح) الذي توجد عليه بعد ستة
شهور يقطعان في الجهة الغربية دائرة الافق في نقطتين (ب ب) ههنا نرسم الشمس
المدارين المذكورين ونجى في هاتين النقطتين يكون تمام الساعة الثانية عشرة من
هذين اليومين أى يكون الزمن صفرا بحيث لو رسمنا من نقطتي (ب ب) ومن مركز
العالم دائرة عظمى فيكون قوسها (ب ب) المحصور بين المدارين من جهة سطح
الافق الغربية هو خط الساعة ١٢ لان نقط الساعة ١٢ التي تكون على جميع
الدوائر اليومية التي ترسمها الشمس في مدة الستة شهور هي عبارة عن النقط التي
يتركب منها القوس المذكور (ب ب) فلهذا السبب يستحسن تسمية هذا القوس
بخط الساعة ١٢ وأما نقط سائر الساعات فتوجد بملاحظة أن الشمس تقطع كلا من
المدارين (د ح) و (د ح) في ظرف أربع وعشرين ساعة فيكني تقسيم محيطهما
من الابتداء بالنقطتين (ب ب) و (ب ب) الى أربع وعشرين قسما اقسام متساوية أى

و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) وإذا فرضنا رسم اقواس دوائر عظمى من كل نقطتين متناظرتين على المدارين أى الدالتين على ساعة واحدة (١ و ١) او (٢ و ٢) او ٥ و ٥ و هكذا فحدث أربعة وعشرون قوسا كلها منسارية تنتقل الشمس من واحدة الى أخرى في زمن واحد وهذه الاقواس هى خطوط الساعة الفروبية (١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) واسطوح هذه الاقواس هى الاسطح السويعية التى يلزم تخيلها فى السماء للساعة المذكورة

(تلييه)

ستعرف مما يأتى أن البسائط الفروبية نستنبط من البسائط الاستوائية الزوالية التى مبادئ ساعاتها تكون (هـ و ز) او (هـ و هـ) ولذلك يلزم استحضار ما تقدم صدد هذه النقطة

(فى كيفية استعمال الشاخص المحدث للظل)

(١٠٠) حيث ان السطوح السويعية للبسائط الزوالية تمر كلها بمحور العالم فاذا وضع مستقيم على سطح أى بسيطة على استقامة المحور المذكور يكون هذا المستقيم مشتركا بين جميع السطوح المذكورة فى حين وصول الشمس الى كل واحد منها ينطبق ظل المستقيم المفروض على خط تقاطع السطح الذى تكون فيه الشمس مع سطح البسيطة أى على خط ساعة الوقت المعتبر وعلى هذا فيكفى ملاحظة حركة هذا الظل لتعيين الاوقات فى كل يوم فالمستقيم الذى يستعمل بهذا الصدد يسمى (الرقم) كما تقدم . وحيث انه يمكن فرض أية نقطة من نقط الرقم مركز العالم فاذا أخذنا نقطة منه وأرسلنا منها عمودا مجسما على سطح البسيطة فظل رأس هذا العمود يبين أيضا الاوقات وكذلك اذا وضعنا لوحة مثقوبة على رأسه فان ضوؤها يبين الاوقات وينتج من ذلك انه يوجد ثلاث طرق لبيان الاوقات على البسائط الا انه فى البسائط الفروبية لا يمكن الاستعمال الطريقتين الاخرين بخلاف الاولى فان لا يمكن استعمالها فيها لما سذكروه

وذلك أن السطوح السويعية التى يلزم تصورها فى البسائط المعروفة بالانورقة لا تمر بمحور العالم كما تقدم بل تمر بمركزه فقط وحينئذ فاذا اعتبرنا الشمس فى مدة الستة شهور قراها تمر بنقط محيط سطح سويعى محصورين مدار السرطان ومدار الجدى بحيث ان

اتجاه الظل الحادث من مرقم موازى لهور العالم يختلف باختلاف الايام من يوم الى آخر بخلاف مركز العالم فانه مشترك بين جميع السطوح السويعية فكيفما كان السطح الذى تكون فيه الشمس وأينما كان موضعها عليه لا يمكن أن الظل أو الضوء الحادث وقتئذ من مركز العالم يقع على الفصل المشترك بين السطح المفروض وسطح البسيطة أى على خط ساعة ذلك الوقت هذا هو السبب فى عدم امكان استعمال المرقم فى البسائط التركيبية المذكورة ولزوم استعمال رأس شاخص يكون فى موقع مركز العالم بأن يصير رصد ظله أو الضوء الحادث من ثقب يوضع عليه

(فى بعض ملحوظات تتعلق برسم البسائط الغروبية)

(١٠١) يستدل من المواد التى بيئت الى الآن اننا اذا وضعنا شاخصا عموديا على سطح بسيطة وتخيّلنا من رأسه المفروض انه مركز العالم سطوح الساعات الغروبية التى سبق الكلام عليها ثم عينا بالرسم الفصول المشتركة بين هذه السطوح وبين سطح البسيطة تكون هذه الفصول هى خطوط الساعات الغروبية وحيث ان مركز العالم المفروض هو دائما مع الشمس فى سطح واحد فكلما تحرك الشمس يتحرك ظل الشاخص بعكس حركتها بحيث انه عند وجوده على خط ساعة تكون الشمس على سطح الساعة المذكورة وبهذه الوسطة يكون الظل دالا على الوقت المفروض وعلى هذا يكون من الضرورى رسم خطوط الساعات الغروبية على سطح البسيطة وذلك بتعيين الفصول المشتركة بين السطح المذكور والسطوح التخيلية المارة برأس الشاخص المفروض انه مركز العالم ولكن من المعلوم ان لابد لتعيين خط مستقيم مجهول من معرفة نقطتين بالاقبل من نقطه فلتبين كيفية تعيين هاتين النقطتين لكل خط ساعة غروبية

(فى كيفية رسم خطوط الساعات الغروبية)

(١٠٢) قلنا انه لابد فى رسم خطوط الساعات على البسيطة من تعيين نقطتين من كل منها وحيث انه يمكن والحالة هذه تعيين النقطتين بحيث انهما يعينان طول كل خط من خطوط الساعات فيلزم البحث عنها على النمط الآتى وذلك بان ننرض كرة بأى قطر كان مركزها يكون رأس الشاخص المفروض انه مركز العالم ويرسم عليها المداران وتقسّم بالطريقة المبينة فى الشكل (٤٩) الى أربع وعشرين قسما متساوية ثم يوصل منها الى مركز العالم المفروض بأشعة

مستقيمة وتمدد حتى تلاقى سطح البسيطة ثم تعيين نقط التلاقى أى آثارات الاشعة المذكورة فهذه الكيفية يكون الاثران الناتجان من الشعاعين المارين من نقطتي مدار السرطان ومدار الجدى المتأخرين على ساعة واحدة هما انتهاء خط تلك الساعة فبوصلهما بمستقيم نجد الفصل المشترك بين البسيطة وبين سطح هذه الساعة أى خطها وتعين خطوط الساعات الأخرى بنفس هذه الطريقة . وأما كيفية تعيين الآثارات المذكورة فهي كما سترى

(كيفية تعيين آثارات الاشعة على سطح البسيطة)

(١٠٣) من الواضح ان كل خط من الخطوط الشعاعية موجود على سطح نصف النهار أى دائرة الميل المارة بنقطة الساعة التى رسم منها ذلك السطح فأنه يوجد اذن على أثر نصف النهار المذكور فإذا اريد تعيين آثارات الاشعة المارة بنقط ساعات مدار السرطان وبمركز العالم يفرض نصف النهار (ب ب) (شكل ٤٩) المار بمبدأ ساعات المدار المذكور وهو (ب) وتعين نقطة تقاطعه (هـ) بخط الاستواء ويقسم الخط المذكور بالابتداء من هذه النقطة الى أربع وعشرين قسماً متساوية ثم يفرض رسم دوائر عظمى من نقط التقاسيم أى سطوح ساعات البسيطة المعروفة بالفرنجية فآثارات هذه السطوح على سطح بسيطتنا يحتوى كل منها على أثر من آثارات الخطوط الشعاعية وبناء على ما تقدم فى المواد (٧٧ الى ٨٠) يمكن تعيين الآثارات المذكورة اما بواسطة ورقة شفافة أو بواسطة قواعد الهندسة الوصفية

وبمثل ذلك يمكن تعيين آثارات الاشعة المفروض خروجها من نقط ساعات مدار الجدى بان يفرض نصف النهار المار بمبدأ الساعات (ب) ويبحث عن نقطة تلاقيه (هـ) بمحيط خط الاستواء ثم بالابتداء من هذه النقطة يصير تقسيم المحيط المذكور الى أربع وعشرين قسماً متساوية ومن كل نقطة من نقط التقاسيم يفرض مرور سطح نصف نهار فآثارات جميع هذه السطوح تحتوى على النقط المطلوبة

وينتج مما تقدم انه اذا علمنا أثران لشعاعين مقابلان لنقطتين متناظرتين على المدارين ووصلناهما بخط مستقيم نكون قد رسمنا خطاً من خطوط الساعات القروية وحيث ان تعيين هذه الآثارات يتوقف على تعيين بسيطة زوالية تتولد من البسيطة الاستوائية كما هو معلوم فيمكن اجراء العمل بالطرق التى ذكرناها فى القسم الاول غير أنه يلزم تغيير مبدأ الساعات بطريقة ذكرها الآن

(في بيان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية التي تتولد منها البسيطة الزوالية

المساعدة لرسم خطوط الساعات الغروبية)

(١٠٤) لما كانت البسيطة الزوالية التي أسلفنا القول عليها في القسم الاول تدل على الساعات الافرنجية رسمناها بتطبيق سطح البسيطة الاستوائية على سطحها ثم أخذنا على نصف نهارها مبدأ الساعات وأما البسيطة الزوالية اللازم رسمها هنا إنشاء البسيطة الغروبية فمن حيث ان القصد منها هو تعيين الساعات العربية في يومى الانقلابين فيمكن رسمها بتطبيق سطح البسيطة الاستوائية على سطحها أيضا انما بدلا من أخذ مبدأ الساعات على نصف النهار يؤخذ على احدى النقط (هـ وهـ و هـ) التي سبق الكلام عليها في المادة (٩٩) فاذا عينا الفصل المشترك بين سطح البسيطة الاستوائية وبين سطح الافق نرى احدى هذه النقط تحت ذلك الخط والثانية فوقه والثالثة عليه وهذه المواضع الثلاثة تختلف باختلاف عروض البلاد ومتى علمت نرسم خطوط ساعات البسيطة الزوالية بالطرق المتقدم ذكرها في القسم الاول وبواسطتها نجد آثارات الخطوط الشعاعية المطلوبة

وكيفية تعيين مواضع النقط المذكورة ان يلاحظ انه في أى عرض كان اذا طبقنا سطح البسيطة الاستوائية على سطح البسيطة الزوالية وعينا نقطة تقاطع محيط الاولى بخط نصف نهار الثانية يكون بعد نقطة (هـ) عن نقطة التقاطع المذكور مساويا لنصف قوس أطول نهار في ذلك المحل وكذلك نقطة (هـ) تكون على بعد من النقطة المذكورة يعادل نصف قوس أقصر نهار في هذا المحل وأما نقطة (ن) فتكون على بعد تسعين درجة من تلك النقطة أى تكون على نقطة تقاطع محيط البسيطة الاستوائية بالمستقيم المرسوم من مركزها موازيا لمعدل النهار

ومما تقدم يعلم أنه متى اريد إنشاء بسيطة غروبية يلزم تعيين قوسى أطول نهار وأقصر نهار بالنسبة لعرض المحل المفروض ثم يفصل بعدان على محيط البسيطة الاستوائية من نقطة تقاطع هذا المحيط بنصف النهار مساويان لنصفي هذين القوسين وأما كيفية تعيين قوسى أطول نهار وأقصر نهار للمحل مفروض فتعلم مما ذكره الآن فاسمع واليك البيان

(طريقة)

(طريقة هندسية لتعيين قوس أطول نهار وأقصر نهار)

(١٠٥) ليكن (ح ح) أفق المحل المقروض (شكل ٥٠) و (ح م و) عرضه و (ط و ط و) نصف نهاره و (ط ط) خط الاستواء و (ب ب) مدار السرطان و (ح ح) مدار الجدي

فيظهر جليا أن قوس أطول نهار في هذا المحل هو جزء مدار السرطان (د ب) فوق الافق وقوس أقصر نهار فيه هو جزء مدار الجدي (ه ح) فوق الافق أيضا ومن البديهي ان (ه ح) = (د ب) فبقينا (د ب) نطرحه من ٣٦٠ فالباقي يكون (د ب)

وحيث ان مدار السرطان (ب ب) عبارة عن دائرة موازية لخط الاستواء (ط ط) قطرها يساوي طول الخط (ب ب) ومركزها (م) وهي نقطة تقاطع محور العالم بالقطر المذكور فإذا رسمنا من هذه النقطة دائرة بنصف قطر يساوي نصف الخط (ب ب) تكون هذه الدائرة عبارة عن موضع مدار السرطان بعد تدويره حول (ب ب)

ومن الظاهر انه في حالة ما تكون الدائرة المذكورة في موضعها الأصلي تقطع الافق على خط مستقيم مسقطه الرأسى يكون النقطة (د) وفي حالة تدويرها كما فعلنا يأخذ هذا المستقيم موضعا موازيا لمحور العالم (و و) فبناء على ذلك اذا رسمنا خط (د د) موازيا للمحور المذكور فإنه يقطع محيط الدائرة في نقطة (د) تكون حدًا مشتركًا بين الليل والنهار أى تكون مبدأ للساعات ويكون القوس (د ب) اذن نصف قوس ذلك النهار والقوس (د ب) نصف قوس الليل فبقياس الزاويتين (ب م د) و (د م ب) بواسطة منقلة نعلم طولى هذين القوسين وهو المطلوب

(خلاصة ما تقدم من العمليات)

(١٠٦) متى أريد انشاء بسيطة غروبية على سطح مقروض يلزم اجراء العمل على هذا الترتيب الذى سنذكره بالاختصار

(أولا) تؤخذ النقطة المقروض منها مركز العالم بحيث ان ظلها لا يخرج عن سطح البسيطة ثم ياحدى الطرق المذكورة في مقدمة الباب الاول يعين نصف نهار البسيطة الذى سميناه بخط الزوال

(ثانيا) يعين نصف قوس أطول نهار ونصف قوس أقصر نهار بالنسبة لعرض المحل وذلك بالطريقة الحسائية التي تقدم ذكرها

(ثالثا) يعين مبدأ الساعات على الوجه المبين في مادتي (٩٩) و (١٠٤) بواسطة نصف قوس النهار المقابل لمدار السرطان ونصف قوس النهار المقابل لمدار الجدي أو بواسطة نصف قوس النهار المقابل لأحدهما والذي يقابل خط الاستواء فتقسم بسيطة استوائية فتولد منها بسيطتان زوايتان يحصل تعيين خطوط ساعاتهما والارقام التي توضع عليها

(رابعا) تعين آثار الخطوط الشعاعية على كل خط من خطوط الساعات المذكورة وهذا اما بالطريقة الوصفية واما بواسطة ورقة شفافة كما ذكر في مادة (١٠٣)

(خامسا) حيث ان آثار الخطوط الشعاعية المذكورة في الوجه السابق تكون المنحنين المظلمين المقابلين للمدارين كما تقدم بيانه في المادة (٧٦) وان آثار الخطوط الشعاعية المارة من خط الاستواء موجودة على معتدل النهار فيوجد على هذين المنحنين وعلى معتدل النهار ثلاث نقط تدل على ساعة غروبية واحدة فاذا رسمنا خطوطا مستقيمة من كل ثلاث نقط مبنية لساعة واحدة نكون قد رسمنا خطوط ساعات البسيطة ويمكن الاكتفاء بتعيين نقطتين أو ثلاث نقط لكل مستقيم كما هو ظاهر

هذا ومنذ كر تطبيقات لهذه القواعد على رسم بعض بسائط غروبية من أنواع مختلفة

(الفصل الثالث)

(في بيان البسيطة الافقية)

(١٠٧) البسيطة الغروبية التي ترسم على سطح مستو أفقي تسمى بالبسيطة الافقية كما تقدم مثالها في البسائط الزوالية ويلزم لاجل انشاء بسيطة غروبية من هذا النوع انتخاب محل على حسب الفصول بحيث ان مدة استضاءته بالشمس تكون أطول ما يمكن ثم يجري العمل كما يأتي

(أولا) يوضع السطح المطلوب على البسيطة عليه وضعا افقيا بالضبط ثم يؤخذ عليه نقطة مثل (م) (شكل ٥١) ويوضع فيها شاخص عمودي يكون طوله مناسباً لسعة سطح البسيطة فيجعل هذا الشاخص مرقا أو توضع لوحة مثقوبة على رأسه ويفرض حينئذانه مركز

العالم ثم يرسم نصف نهار البسيطة وخط زوالها وهو الخط المتجه الى جهتي الشمال والجنوب
بالقواعد المينة في مقدمة الباب الاول

(ثانيا) يرسم السطح (م م) رأسيا وموازيا لخط الزوال ويجعل سطحها للمساقط
الرأسيه ثم يرسم عليه موضع الكرة السماوية ولاجل ذلك يلزم تعيين المسقط الرأسى
للساخن الذى فرضناه في نقطة (م) وليكن (ح م) هذا المسقط فاذا رسمنا من
نقطة (م) التى هى مركز العالم وبالبعد (ح م) الدائرة (ح ب د) فان هذه الدائرة
تكون نصف نهار المحل ويكون الخط (م ع) أفقه ثم اذا رسمنا (م م) بحيث يصنع
مع هذا الافق زاوية مساوية لعرض البلد يكون الخط المذكور (م م) هو الرقم
أى محور العالم واذا أنزلنا من نقطة (م) العمود (م ن) على خط الزوال المتجه
الى الشمال والجنوب فتكون نقطة (ن) مركز البسيطة و (ف ف) خط استوائها
و (ف ل) معتدل نهارها أعنى الفصل المشترك بين سطح الاستواء و سطح الافق
و (ب د) مدار السرطان ومقابله مدار الجدى ثم يطبق بعد ذلك مدار السرطان
(ب د) على سطح المساقط بالقواعد التى بينها في المادة (١٠٥) وتؤخذ مساحة
نصف قوس أطول نهار (ب ط د) بواسطة المنقلة ثم نصف قوس أقصر نهار
(ب ط د) وهو مقيم (ب ط د) وأما نصف قوس النهار على خط الاستواء فهو
(م م) وهو عبارة عن تسعين درجة في أى محل كان ولكونه معلوما لاجابة الى
أخذ مساحته بكيفية مخصوصة

(ثالثا) يلزم انشاء البسائط المساعدة وقد بينا كيفية ذلك في القسم الاول بان يصير
توليدها من البسيطة الاستوائية فليكن (ف ف) سطح الاستواء ولدوره حول معتدل
النهار (ف ل) حتى ينطبق على الافق بان نجعل نقطة (ف) مركزا ونرسم القوس
(م م) ونقرن من (م) العمود (م م) على خط الزوال فتكون نقطة (م م) هى
موضع مركز البسيطة الاستوائية على سطح بسيطتنا الافقية بعد تدويره حول معتدل
النهار ثم نرسم من المركز المذكور (م م) دائرة بنصف قطرها (م م) فتكون هى البسيطة
الاستوائية

ولاجل تعيين مبدأ ساعاتها ورسم البسائط المساعدة المطلوبة نلاحظ انه لو كانت هذه
البسائط معدة لبيان الساعات الزوالية لكان مبدأ ساعاتها على نقطتى تقاطع خط
الشمال والجنوب بمحيط البسيطة الاستوائية ولكن حيث ان اليوم الذى تكون فيه

النمى على خط الاستواء تقرب في نقطة (٤) وتكون الساعة القروية وقتئذ ١٢ مساءً تكون هذه النقطة أحد مبادئ الساعات القروية وتكون الزاوية (٤ م ٥) التي مقدارها ٩٠ عبارة عن نصف مدة الليل أو النهار على خط الاستواء وتدل حينئذ على وقت الظهر في ذلك اليوم

وأما مبدأ الساعات الآثران فيوجدان بالطريقة المذكورة في المادة (١٠٤) وهي ان نأخذ على محيط البسيطة الاستوائية (٥ م ٦ هـ) مساوياً لنصف قوس أطول نهار وهو (٥ ط ٦) و (٥ م ٦ هـ) مساوياً لنصف قوس أقصر نهار وهو (٦ ط ٥) فتعين النقطتان (٥ هـ) و (٥ هـ) وهما المبدأان المطلوبان

أما المبدأ (٥ هـ) فيتبادر من أول الامر أنه مقابل لمدار السرطان و (٥ هـ) لمدار الجدى ولكن اذا لاحظنا ان تدوير خط الاستواء (٥ ف ٦) حول المركز (٥ ف) وتطبيقه على سطح الافق بعكسان موضعى النقطتين المذكورتين فيرى ان المبدأ (٥ هـ) هو الذى يقابل مدار السرطان والمبدأ (٥ هـ) هو الذى يقابل مدار الجدى بحيث تكون الزاوية (٥ م ٦ هـ) عبارة عن نصف مدة الليل على مدار السرطان وتدل اذن على وقت الزوال بالنسبة للمدار المذكور وتكون الزاوية (٥ م ٦ هـ) عبارة عن نصف مدة الليل على مدار الجدى وتدل اذن على وقت الزوال بالنسبة لهذا المدار

فبواسطة هذه النقط الثلاث يمكن رسم ثلاث بسائط زوالية وبها يحصل على المطلوب بل ان اثنتين من هاتى النقط تكفيان كما قلنا سابقا للوصول الى المراد فعلى ذلك يلزم أن ينتخب منها الاثنتان اللتان بواسطتهما يسهل العمل أكثر من غيرهما ويقطع النظر عن الثالثة

أما النقطتان المذكورتان فأحدهما نقطة (٤) لانا اذا أمعنا النظر في الشكل (٤٩) نرى أن البسيطة التي ترسم بأخذ هذه النقطة مبدأً يمكن استعمال خطوط ساعاتها لتعيين أوقات اثني عشر خطاً شعاعياً من الخطوط المطلوبة وحيث ان هذه الآثارات توجد في كل وقت على معدل النهار فلاجل تعيينها يكفي تعيين نقط تقاطع الخط (٥ ل) بخطوط البسيطة الاستوائية ويوصل من هذه النقط الى نقطة (٥) فيتم رسم خطوط الساعات المارة بنقطة (٥) بغاية السهولة من غير ان يحدث اختلاط في الخطوط وهذا هو سبب تفضيل النقطة (٤) على سواها وأما النقطة الثانية فهي (٥ هـ) التي هي مبدأ ساعات مدار السرطان اذ البسيطة الزوالية التي ترسم بأخذ هذه

النقطة مبدأ تكون خطوط ساعاتها محتوية على الاثرات المطلوبة وتتعين اذن جميعها بكل سهولة وأما نقطة (هـ) فلا يستحسن استعمالها اذ يصعب بها تعيين الاثرات المذكورة فضلا عن انه لا يمكن الا تعيين سبعة منها فقط

والحاصل انه بعد اخذ نقطتي (و) و (هـ) مبدأين للساعات يلزم رسم البسائط المذكورة بالطرق التي ينهاها في القسم الاول بان نقسم محيط الدائرة الاستوائية بالابتداء من نقطة (و) الى اربع وعشرين قسما متساوية ونضع الارقام ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ثم تصل من هذه النقط الى مركز البسيطة الاستوائية وهو (م) بخطوط مستقيمة تقطع معتدل النهار (ف ل) في نقطة مقابلة للاولى وهي ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ وتكون هذه النقط هي الاثرات المطلوبة التي يمر من كل واحدة منها خط من خطوط ساعات البسيطة الغروبية ثم اذا اعتبرنا بعد ذلك نقطة (هـ) وقسمنا محيط الدائرة الاستوائية بالابتداء من هذه النقطة الى اربع وعشرين قسما متساوية ووضعنا عليها الارقام ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ ثم وصلنا منها الى المركز (م) بخطوط مستقيمة فان هذه الخطوط تقطع معتدل النهار (ف ل) في النقط ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ وهكذا وان وصلنا من جميع هذه النقط الى مركز البسيطة (و) بالمستقيمات (و ١) و (و ٢) و (و ٣) و (و ٤) و (و ٥) و (و ٦) و (و ٧) و (و ٨) و (و ٩) و (و ١٠) و (و ١١) و (و ١٢) و (و ١٣) و (و ١٤) و (و ١٥) و (و ١٦) و (و ١٧) و (و ١٨) و (و ١٩) و (و ٢٠) و (و ٢١) و (و ٢٢) و (و ٢٣) و (و ٢٤) و (و ٢٥) و (و ٢٦) و (و ٢٧) و (و ٢٨) و (و ٢٩) و (و ٣٠) وهكذا تكون هي خطوط الساعات المحتوية على اثرات الخطوط الشعاعية المطلوبة

(رابعا) - يلزم تعيين آثار الخطوط الشعاعية التي على خطوط الساعات المرسومة آنفا ولذلك طريقتان ذكرنا في الفصل الرابع من القسم الاول

ملخص الاول ان نقسم محيط الدائرة (د) بالابتداء من النقطة (د) الى اقسام مساوية لخمس عشرة درجة خمس عشرة درجة ونضع على نقط التقاسيم الارقام ١ ٢ ٣ ٤ ٥ ٦ ٧ ٨ ٩ ١٠ ١١ ١٢ ١٣ ١٤ ١٥ ١٦ ١٧ ١٨ ١٩ ٢٠ ٢١ ٢٢ ٢٣ ٢٤ ٢٥ ٢٦ ٢٧ ٢٨ ٢٩ ٣٠ وهكذا ثم ننزل من كل واحدة منها عمودا على خط (ب د) فواقع هذه الاعمدة تكون المساقط الرأسية لنقط الساعات المذكورة

فاذا وصلت هذه المواقع بالمركز (م) تحصل على الخطوط الشعاعية المذكورة في المادة (١٠٢) ولاجل تعيين آثار هذه الخطوط نغدها على استقامتها حتى تقطع محور المساقط (م ن) ومن نقط التقاطع المذكورة نقيم اعمدة على هذا المحور ونغدها

كل عمود الى أن يلاقى خط الساعة المقابلة له في نقطة تكون أثرا من الاثرات المطاوعة

وملخص الثانية أن يلاحظ ان نقط تقاطع خطوط الساعات بمعدل النهار ظاهرة كلها على سطح البسيطة فيمكن حينئذ تعيين الاثر المطاوعة بواسطة ورقة شفافة وقد ينأ ذلك بالتفصيل في المادة (٨٠) فلا حاجة الى التكرار هنا وبعد أن نعين الاثرات المذكورة بأحدى هاتين الطريقتين يلزم وضع أرقام الساعات المناسبة لكل منها وهي ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ كما ترى في الشكل

(خامسا) يلزم وصل الاثر المذكور بنقط الساعات التي عينها سابقا على معدل النهار بحيث ان كل نقطتين موصولتين بمستقيم واحد يدلان على ساعة واحدة بأن نصل نقطة (١١) بنقطة (١١) ونقطة (١٠) بنقطة (١٠) ونقطة (٩) بنقطة (٩) ونقطة (٨) بنقطة (٨) و وهكذا الى ان نصل نقطة (١) بنقطة (١)

وبهذه الكيفية تكون قد رسمنا احد عشر خطا من خطوط ساعات البسيطة الغروية وأما خط الساعة (١٢) مساء فلا يرسم لان الشمس في ذلك الوقت وهو الغروب تكون على نفس الافق بحيث ان الاشعة الواردة منها الى أى نقطة كانت تكون موازية لسطح الافق المذكور فلا تقطعه اذن الا فيما لانهاية له وحينئذ يكون خط الساعة (١٢) المذكور فيما لانهاية له أيضا أى خارجا عن سطح البسيطة

وأما خط الساعة (١٢) صباحا فن حيث انه يمر بنقطة (ح) وبنقطة (١٢) التي على معدل النهار (ف ل) فيما لانهاية له فلاجل تعيينه نرسم من نقطة (ح) خطا موازيا لمعدل النهار المذكور فيكون هو خط الساعة المذكورة

وخطا ساعتى (١١) و (١٠) من الصباح وان كانا يمران بنقطتى (ص) و (ل) الا انه يلزم لتعيينهما ايجاد نقطتين أخريين فلاجل ذلك يلاحظ أن الخطين المذكورين عبارة عن الفصلين المشتركين بين سطحي الساعتين المذكورين وبين سطح البسيطة أى الافق وبذا يسهل تعيين النقطتين المطاوعتين

وذلك بان يقال انما اذا دققنا النظر في (الشكل ٤٩) نرى أن سطحي الساعتين (١١) و (١١) يقطعان محيط خط الاستواء في نقطتين متقابلتين ومتباعدة احدهما عن الاخرى بقدر مائة وثمانين درجة فإذا صار وصلهما بالمستقيم (١١) و (١١) يوجد

هذا الخط على سطح الاستواء ويكون عبارة عن خط شعاع الشمس المار بمركز الكرة في الساعة (١١) من الصباح والساعة (١١) من المساء أو عبارة عن الفصل المشترك بين سطحي هاتين الساعتين ومن البديهي ان الاثر الافقي لهذا المستقيم هو نقطة تقاطع أثرى سطحي الساعتين المذكورتين أي نقطة تقاطع خطيهما وأما أثر الشعاع المذكور فهو نقطة (١١) التي في شكل (٥١) على معدل النهار (ف ل) لان خط الساعة (١١) من المساء يمر بهذه النقطة وحيث ان خط الساعة (١١) من الصباح كما قلنا يمر بها أيضا فاذا صار وصل هذه النقطة التي على معدل النهار بنقطة (ص) نجد الخط (ص ١١) وهو عبارة عن خط الساعة (١١) من الصباح وكذلك اذا صار وصل النقطة (١٠) بنقطة (ك) نجد خط الساعة (١٠) من الصباح أيضا ونكون حينئذ قد رسمنا جميع خطوط ساعات البسيطة الغروبية

واذا وصلنا بخط منحن جميع الآثار المتولدة من كل من المدارين فنجد المنحنى المظلم المقابل لمدار السرطان والمنحنى المظلم المقابل لمدار الجدي وهذان المنحنيان يتقاطعهما بخطوط الساعات يعينان أطوال الخطوط المذكورة

(تبيينه)

ان خطوط ساعات البسيطة الافقية المرسومة آنفا تدل على أوائل الساعات فقط فاذا أريد دلالتها على انصاف الساعات أو على ارباعها يلزم كما تقدم في القسم الاول أن يقسم محيط الدائرة الاستوائية الى ثمانية وأربعين قسما أو الى ستة وتسعين أقساما متساوية بدلا من أربعة وعشرين ثم يجري العمل كما تبين قريبا

هذا ولنع اختلاط سطح البسيطة بالاشكال الغير الضرورية يمكن بعد اتمام رسمها مسح ماسوى خطوط الساعات والمنحنيين المظلمين ومعدل النهار وخط الزوال فبعد ذلك تبين الاوقات برصد ظل رأس الشاخص (ح م) الموضوع في نقطة (م) أو برصد الضوء الحادث من ثقب لوحة منقوبة موضوعة على الرأس المذكور

(الفصل الرابع)

(في البسائط العمودية)

(١٠٨) البسائط العمودية هي التي ترسم على سطوح عمودية على الافق وهي بالنسبة

الى سطح نصف النهار تكون على ثلاث أوضاع مختلفة كما تقدم بيانه في القسم الاول فان سطح البسيطة اما ان يكون عموديا على سطح نصف النهار واما موازيا له واما منحرفا عليه من الجهة الشرقية أو من الجهة الغربية صائعا معه زاوية ما غير قائمة ففي الحالة الاولى يسمى سطح البسيطة بالسطح الرأسى الاول وفي الثانية بالسطح الرأسى الثانى وفي الثالثة بالسطح المنحرف أو الرأسى الثالث ولرسم البسيطة على كل نوع من أنواع هذه السطوح قواعد وأصول مخصوصة نذكرها على الولاة فنقول

(في رسم البسيطة على السطح الرأسى الاول)

(١٠٩) يتبدأ في هذه الحالة بوضع السطح المراد رسم البسيطة عليه وضعا رأسيا على الافق وعموديا على سطح نصف النهار ثم يباشر في الاعمال الخمسة الآتية (العمل الاول) - تؤخذ نقطة مثل (ب) وينصب عليها شاخص عمودى على السطح المفروض يكون طوله مناسباً لقدر البسيطة وليكن (ب م) ثم يرسم من نقطة (ب) المذكورة خط رأسى فيمقتضى ما تقدم في القسم الاول يكون هذا الخط هو الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين سطح نصف النهار المار برأس الشاخص أعنى انه يكون خط الزوال أو نصف نهار البسيطة

(العمل الثانى) يعين مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية بأن يبحث عن نصف قوس أطول نهار ونصف قوس أقصر نهار وكيفية ذلك مذكورة بالتفصيل في المادة (١٠٥) فلا حاجة الى تكرارها هنا

(العمل الثالث) - يعين مركز البسيطة ومعدل نهارها ثم تدور الدائرة الاستوائية المارة برأس الشاخص حول معدل النهار وتطبق على سطح البسيطة وهذا بقصد رسم البسائط المساعدة

أما تعيين مركز البسيطة فيرسم من موقع الشاخص (ب) الخط (هـ د) موازيا للافق أى عموديا على خط الزوال ثم يدور سطح نصف النهار حول خط الزوال المذكور (م م) حتى ينطبق على سطح البسيطة فينتطبق الشاخص على طوله الحقيقى (م م) وإذا رسمنا من نقطة (م) خطا مستقيما بحيث يصنع مع (م ب) زاوية مساوية لعرض البلد فإنه يلاقى خط الزوال فى نقطة (م) تكون هى مركز البسيطة المطلوب ويكون خط (م م) موضع المرقم الذى يفرض مروره من رأس الشاخص

ثم اذا رسمنا من نقطة (م) الخط (م س) عموديا على موضع المرقم المذكور ومن نقطة (س) الخط (ل ف) موازيا للافق فعلى ما تقر في المادة (٥٢) يكون خط (م س) هو خط الاستواء وخط (ل ف) هو معدل النهار واذا تورنا نقطة (م) حول نقطة (س) حتى نتجىء في نقطة (م) تكون هذه النقطة مركز البسيطة الاستوائية بعد تدويرها حول معدل النهار وتطبيقها على سطح البسيطة واذا رسمنا من هذا المركز دائرة بنصف قطر ما مثل (م ن) فهذه الدائرة تبين محيط البسيطة الاستوائية

وحيث ان البسائط المساعدة لانشاء بسيطتنا هي عبارة عن بسيطتين احدهما البسيطة الاستوائية المقابلة لمدار الجدى والآخرى البسيطة الاستوائية المقابلة لخط الاستواء فبدأ ساعاتهما يوجد ان كما قيل في المادة (١٠٤) بأخذ (م م) = نصف قوس الليل بالنسبة لمدار الجدى أى يجعل أحدهما في النقطة (ن) المقابلة على محيط البسيطة الاستوائية لوقت زوال يوم الانقلاب المفروض والآخر في نقطة (ن) الناتجة من أخذ (م م) = ٩٠) فاذا قسم محيط الدائرة الاستوائية الى أربع وعشرين قسما متساوية بالابتداء من كل من هاتين النقطتين (ن) و (ن) نجد نقط ساعات بسيطة خط الاستواء وهي (١ , ٢ , ٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ... وهكذا) ثم نقط ساعات بسيطة مدار الجدى وهي (١ , ٢ , ٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ٧ , ... وهكذا) فنصل من كل واحدة الى المركز (م) بخطوط نمذجها على استقامتها حتى تلاقى معدل النهار ونشير الى نقط التلاقي الناشئة عن نقط بسيطة خط الاستواء بالارقام الآتية وهي (١) و (٢) و (٣) و (٤) و ... و (١١) فعلى ما سلف تكون هذه النقط عبارة عن أثرات الخطوط الشعاعية ونكون حينئذ قد عيننا نقطة من نقط كل خط من خطوط الساعات المطلوبة ثم نشير بالارقام (٢) و (٤) و (٥) و (٦) و (٧) و (٨) و ... الى النقط الناشئة عن بسيطة مدار الجدى فتكون هي النقط التي نمر بها خطوط الساعات المحتوية على أثرات الخطوط الشعاعية المقابلة لهذه البسيطة فاذا وصلنا هذه النقط الى مركز البسيطة (م) بالخطوط (م) و (٢ م) و (٤ م) و (٥ م) و (٦ م) و (٧ م) و ... (١٢ م) فان هذه الخطوط تحتوى على الاثرات المتقدم ذكرها

(العمل الرابع) يعين لكل خط من خطوط ساعات البسيطة نقطتان وقد قلنا ان كل واحد من هذه الخطوط يمر بواحدة من النقط (١ , ٢ , ٣ , ٤ , ٥ , ٦ , ٧ , ... , ١١) التي على معدل النهار فلا يجاد النقط الأخرى نلاحظ انها تمر بالمستقيمات (م) و (٤ م)

(٥٢) (٦٢) ٠٠٠٠ (١٢م) كما تقدم القول في ذلك ويمكن تعيينها بواسطة الورقة الشفافة التي تكلمنا عليها في الملة (٨٠) فبتلك الطريقة نجد على هذه المستقيمات النقط (٣) و (٤) و (٥) و (٦) و (٧) و (٨) و ٠٠٠٠٠ و (١٢) ونكون حينئذ قد عينا نقطتين من كل خط من خطوط ساعات البسيطة الالآتورقه التي نحن بصددھا

* (تبیه) * حيث ان أشعة الشمس الواصلة للأجسام في وقت الشروق والغروب موازية للافق ففما عدا البسائط الافقية يقع ظل رأس الشاخص في ذينك الوقتين على الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح المرسوم من الرأس المذكور موازيا لسطح الافق ولذلك يقع هذا الظل في البسيطة التي نحن مشتغلون بها على الخط (هـ د)

(العمل الخامس) - ترسم خطوط الساعات ويكني رسمها وصل كل أثرين ميينين لساعة واحدة من أثرات الخطوط الشعاعية التي عيناها سابقا بخط مستقيم أما هذه الاثرات فهي (١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١) الموجودة على معتدل النهار و (٢ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١٢) الموجودة على الخطوط (٢م) (٤م) (٥م) (١٢م) فبناء على ما ذكره من الخطوط المستقيمة (٣٣) و (٤٤) و (٥٥) و (٦٦) و (٧٧) و ٠٠٠٠ و (١١ ١١) فنجد بهذه الطريقة تسعة خطوط من خطوط الساعات المطلوبة أما خط الساعة (١٢) من المساء فنجد به ملاحظة أنه يمر بنقطة (١٢) من الخط (١٢م) ومن نقطة (١٢) التي فيما لانهاية له على معتدل النهار فبناء على هذا اذا رسمنا من نقطة (١٢) التي على (١٢م) خطا موازيا لمعدل النهار نجد خط الساعة (١٢) المذكور ولا يخفى ان هذا الخط انما هو عبارة عن الفصل المشترك بين سطح البسيطة وبين السطح المرسوم من رأس الشاخص موازيا للافق

واذا أمررنا بعد ذلك منحنيًا من الاثرات المذكورة نجد المنحنى المتظم المقابل لمدار الجدى وينفس هذه الطريقة نجد المنحنى المتظم المقابل لمدار السرطان وحيث ان نقطة الساعة (١٢) موجودة على هذا المنحنى الثاني فبوصلها الى نقطة (٢) يحدث خط الساعة الثانية من الصباح

هذا ولنلاحظ ان الشمس في أثناء ما تكون في نصف الكرة الشمالي توجد كل يوم بعد شروقها بقدر قليل وراء سطح البسيطة وكذلك قبل غروبها بذلك القدر ولهذا

السبب لا يمكن أن هذه البسيطة تدل على الاوقات المذكورة فيستحسن للدلالة عليها رسم بسيطة اخرى من وراء سطحها ان أمكن لاتمام الفائدة

(في رسم البسيطة على السطح الرأسى الثانى)

(١١٠) ان السطح الرأسى الثانى هو عبارة عن نفس سطح نصف النهار وان هذا السطح له وجهان أحدهما شرقى والآخر غربى فلنذكر كيفية رسم البسيطة الغروبية على كل من هذين الوجهين

(في كيفية رسم البسيطة على الوجه الشرقى)

(١١١) (العمل الاول) يعين السطح الذى يراد انشاء البسيطة على وجهه الشرقى ثم يؤخذ عليه نقطة (م) (شكل ٥٢) ونصب عندها الشاخص (م م) عموديا على سطح البسيطة وحيث ان نصف نهارها لا يوجد على سطحها بل على سطح الافق كما يتنا ذلك فى المادة (٥٥) فلا حاجة للاشتغال به هنا

(العمل الثانى) - يعين مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية المقروض انطباقها على سطح البسيطة ولاجل ذلك يحسب نصف قوس أطول نهار أو أطول ليل ونصف قوس أقصر نهار أو أقصر ليل بالنسبة لعرض المحل وقد تقدم تفصيل ذلك فى المادة (١٠٥)

(العمل الثالث) - ترسم البسائط المساعدة ولاجل ذلك تستعمل الطريقة المذكورة فى القسم الاول ولكن لما كان مبدأ ساعات البسيطة الاستوائية يتغير هنا وجب أن نذكر على سبيل الاجمال بعضا من العمليات التى يلزم اجراؤها فنقول

ترسم من موقع الشاخص (م) الخط (ح ح) موازيا للافق فيكون هذا الخط عبارة عن الفصل المشترك بين الافق وبين السطح المرسوم افقيا من رأس الشاخص المذكور أعنى أنه يكون أفق البسيطة . ثم اذا رسمنا من تلك النقطة (م) خطا متجها الى الشمال والجنوب وبصنع مع (ح ح) زاوية مساوية لعرض البلد يكون ذلك الخط هو محور العالم ثم اذا رسمنا من (م) الخط (ف ل) بحيث يحدث زاوية مساوية لتمام العرض أى يكون عموديا على محور العالم فهذا الخط يكون ممثلا للنهار

ونبحث بعد ذلك عن مركز البسيطة الاستوائية التى نقبل انطباق محيطها على سطح البسيطة فنأخذ على محور العالم بعد (م م) مساويا لطول الشاخص الموضوع فى

(م) فتكون نقطة (م) عبارة عن المركز المذكور وإذا رسمنا منه دائرة (ق و ح) بنصف قطرها تكون هذه الدائرة هي دائرة البسيطة الاستوائية

هذا وأتفق ما يمكن استعماله هنا من البسائط المساعدة بسيطتان أحدهما بسيطة خط الاستواء والآخرى بسيطة مدار السرطان فلانشأهما نبحث عن مبدأي ساعاتهما ولأجل ذلك نعين النقطة (ح) التي هي مبدأ الساعات لبسيطة استوائية بالكيفية المذكورة في القسم الأول ثم نأخذ على محيط دائرتنا نقطة (ق) على بعد تسعين درجة من (ح) فتكون (ق) هي مبدأ ساعات بسيطة خط الاستواء وأما مبدأ ساعات بسيطة مدار السرطان فهو نقطة (ق) التي على بعد من (ح) مساو لوقت زوال المدار المذكور أي لنصف قوس ليله

فإذا قسمنا محيط الدائرة إلى أربع وعشرين قسما متساوية بالابتداء من كل من النقطتين (ق و ح) نجد نقط ساعات بسيطة خط الاستواء وهي (٩ و ١٠ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) ونصل بعد ذلك من هذه النقط إلى مركز البسيطة الاستوائية (م) بخطوط مستقيمة فنقطع معدل النهار (ف ل) في نقط فنضع على كل منها رقم الساعة المقابلة لها وهي (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) فكل واحدة منها نقطة من النقطتين اللتين يعينان خطا من خطوط ساعات بسيطتنا كما تقدم تظيره في البسائط الأخرى وأما النقط (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) فهي نقط يمر بها خطوط ساعات البسيطة الزوالية المقابلة لمدار السرطان وكل واحدة منها تحتوي على أثر من آثار الخطوط الشعاعية فلترسم من هذه النقط خطوطا موازية لمحور العالم فتكون هذه الخطوط هي خطوط ساعات البسيطة الزوالية المار ذكرها وأما تعيين الآثار المحتوية عليها هذه الخطوط فيكون على الوجه الذي نذكره الآن فنقول

(العمل الرابع) تعين أثر الخطوط الشعاعية الواقعة على خطوط الساعات التي رسمناها في العمل السابق وذلك بإحدى طريقتين

(الأولى) هي عين الطريقة المستعملة في المادة (٧٧) غير أن سطح بسيطتنا لما كان نفس سطح نصف النهار يمكن اختصارها بأن نجعل نقطة (م) مركزا ونرسم دائرة بنصف قطر مساو لطول الشاخص (م م) فتدل هذه الدائرة على وضع الكرة السماوية

بالنسبة لعرض المحل ثم نرمس المدارين ونعين عليهما مساقط نقط الساعات كما تقدم مثاله ونصل من هذه المساقط الى المركز (م) بخطوط مستقيمة ونمد كلا منها الى أن يلاقى خط الساعة المقابلة له فنقط التلاقى التي توجد بهذه السكيفية هي أثرات الخطوط الشعاعية المطلوبة أعني النقط التي تتعين بها خطوط ساعات البسيطة الغروية لان خطوط الساعات المذكورة انما هي عبارة عن الفصول المشتركة بين سطح البسيطة وبين سطوح ساعاتها والخطوط الشعاعية كل واحد منها يوجد في سطح من هذه السطوح فعلى ذلك كل خط شعاعي لساعة مفروضة يلاقى خط هذه الساعة في نقطة هي عبارة عن أثره على سطح البسيطة

(الثانية) هي تقرب من الطريقة المذكورة في المادة (٨٠) التي بمقتضاها قد دورنا سطوح الساعات حول خطوطها وطبقناها على سطح البسيطة غير انه لما كان يوجد بين هاتين الطريقتين فرق لزم أن نذكر هذه بالتفصيل فنقول

لنطبق سطح الساعة (١٢) على سطح البسيطة ولاجل ذلك نلاحظ أن السطح المذكور يمر برأس الشاخص ويقطع سطح البسيطة على خط (ك ك') وحيث ان هذا الشاخص عمودي على البسيطة في نقطة (م) فإذا تخيلنا سطح الاستواء المار برأس الشاخص المذكور نراه يقطع سطح الساعة (١٢) وسطح البسيطة ويكون مثلثا قائم الزاوية ارتفاعه نفس الشاخص وقاعدته (د م) ووتره الخط الواصل من نقطة (د) الى رأس هذا الشاخص ويكون (د م) مسقط الوتر المذكور فنحيث ان هذا المثلث موجود على سطح الاستواء وقد طبقنا هذا السطح على سطح بسيطتنا يكون المثلث (د م م') هو عبارة عن المثلث السابق ذكره

وحيث إذا فرضنا تدوير سطح الساعة (١٢) حول أثره (ك ك') وتطبيقه على سطح البسيطة ينطبق وتر المثلث على معدل النهار (د ف) بحيث ان أحد طرفيه يبقى في نقطة (د) والآخر يقع في نقطة (م') وتتعين برسم القوس (م م') من المركز (د) ونصف قطر يعادل الوتر المذكور (د م') وتكون حينئذ نقطة (م') هي موضع رأس الشاخص على سطح البسيطة بعد تطبيق سطح الساعة (١٢) عليها

وحيث ان الشعاع الوارد من الشمس الى رأس الشاخص في يوم وجودها على مدار السرطان يصنع مع خط الاستواء من جهة الشمال زاوية تساوى (٢٨° و ٢٣°) فإذا

رسمنا خط (م و) بحيث يصنع مع معادل النهار من الجهة الشمالية زاوية مساوية لهذا المقدار يكون هذا الخط عبارة عن موضع خط شعاع الساعة (١٢) على سطح البسيطة وإذا مددناه الى أن يلاقى خط الساعة المذكورة وهو (ك ك) فنقطة التلاقي (١٢) تكون الاثر المطلوب للشعاع السابق ذكره

وبهذه الكيفية تتعين سائر الاثرات المبحوث عنها مثلاً اذا أردنا تعيين الاثر الموجود على خط الساعة (ع ع) نرسم من نقطة تقاطعه (ه) بمعادل النهار القوس (م م) ونرسم (م م) موازياً لخط (و ح) فيقطع (ع ع) في نقطة (١) هي الاثر المطلوب

(نتيجة)

ينتج مما تقدم طريقة سهلة لاتمام العمل المطلوب وهي أن نرسم على ورقة شفافة زاوية تساوي (٢٨ ٢٣) ولتكن (ح ب ه) (شكل ٥٣) فتى أريد تعيين الاثر الموجود على خطاً من خطوط الساعات مثل (ع ع) نضع نقطة (ب) التي في الورقة على نقطة (م) والضلع (ب ه) على الخط (م ه) ثم ندور الورقة حول نقطة (ه) المنطبقة على (ه) حتى يقع الضلع المذكور على معادل النهار فتقع نقطة (ب) على نقطة (م) وضلع (ب ح) على الخط (م ح) فامتداد هذا الضلع يلاقى (ع ع) في النقطة (١) المطلوبة فتعين

وبالجملة فلا بد لاتمام رسم بسيطتنا من تعيين الاثر الموجود على خطوط الساعات وهي النقط (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣) وذلك لئلا كانت الطريقة المستعملة

(العمل الخامس) أن ترسم خطوط ساعات البسيطة ولذلك توصل آثار الخطوط الشعاعية التي تقدم كيفية تعيينها بخطوط مستقيمة بحيث ان كل خط يصل نقطتين دالتين على ساعة واحدة فنصل كل نقطة من النقط (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣ و ٤ و ٥) التي على معادل النهار (ف ل) بالنقطة المقابلة لها التي على أحد خطوط الساعات المرسومة على موازاة محور العالم أي بأحدى هذه النقط (٩ و ١٠ و ١١ و ١٢ و ١ و ٢ و ٣) وبعبارة أخرى نصل النقطة (٩) بالنقطة (٩) والنقطة (١٠) بالنقطة (١٠) وهلم جرا فيصير عندنا سبعة خطوط من الخطوط المطلوبة

وأما سائر الخطوط كخطوط الساعات (٤) و (٥) و (٦) فمع أنه يوجد عندنا من كل واحد منها نقطة على معدل النهار لا توجد النقطة الأخرى على المنحنى المظلم لمدار السرطان بل توجد على المنحنى المظلم لمدار الجدي ولذلك يلزم لتعيينها أن نرسم البسيطة الزوالية المقابلة لهذا المدار هذا ما فعلناه لتعيين النقاط (٤) و (٥) و (٦) على مدار الجدي كما ترى في الشكل ومحونا الخطوط الزائدة لمنع الاختلاط في الرسم فإذا وصلنا النقطتين (٤) و (٥) بالنقطتين المقابلتين لهما على معدل النهار (ف ل) وهما (٤) و (٥) نجد خطي الساعتين (٤) و (٥) وأما خط الساعة (٦) فنلاحظ أنه يمر بالنقطة (٦) التي على منحنى مدار الجدي وبالنقطة (٦) التي فيما لانهاية له على معدل النهار فإذا رسمنا من نقطة (٦) المذكورة خطا موازيا لمعدل النهار هذا نجد الخط (٦٦) وهو خط الساعة (٦) المطلوب وبعد ذلك نضم نقط الساعات المقابلة لكل واحد من المدارين إلى بعضها بخطين منحنين فيحدث المنحنيان المطلوبان للمدارين المذكورين هذا ولذا نلاحظ أن ظل رأس شاخص البسيطة لا يتجاوز أبدا الخط (ح ح) المرسوم على موازاة الافق فبناء على ذلك لا حاجة لتمديد خطوط الساعات من أعلى الخط المذكور

(في كيفية رسم البسيطة على الوجه الغربي)

(١١٢) ان طريقة رسم البسيطة الغربية على الوجه الغربي من السطح الرأسى الاول هي بعينها طريقة رسم هذه البسيطة على الوجه الشرقى للسطح المذكور وقد قدمنا الكلام عليها فلا داعى الى الخوض في التفاصيل مرة ثانية ونقتصر على ابراء الرسم في الشكل (٥٤) غير أنه يلزمنا التنبيه على أمرين الاول ان الخط المنحني إلى الشمال والجنوب في البسيطة التي تقدم رسمها في الشكل (٥٣) جزؤه الشمالى فوق الافق على اليمين وأما في شكلنا هذا لجزؤه المذكور لابد أن يكون فوق الافق أيضا ولكن على اليسار والثانى ان مبدأ ساعات مدار السرطان (ح) يتعين أيضا بواسطة وقت زوال المدار المذكور أى بواسطة مقدار نصف مدة ليله غير أنه يلزم فصل هذا المقدار بالابتداء من النقطة (ح) كما ترى في الشكل (٥٤) بدلا من فصله بالابتداء من نقطة (ح) كما تقدم في الشكل (٥٣)

(في كيفية رسم بسيطة السطح الرأسى الثالث أى المنحرفة الغربية)

(١١٣) قلنا ان المنحرفة هي البسيطة التي سطحها عمودى على الافق ونصنع مع سطح

نصف النهار زاوية تما ورسمها اما ان يكون بتعيين الزاوية المذكورة أى الميل الشرقى أو الغربى لسطحها على سطح نصف النهار واما أن يكون بدونه وفى كلتا الحالتين لابد من تطبيق القواعد التى ذكرناها فى الفصل الثالث من القسم الاول فيما يتعلق بالبساطات الزاوية ولكن حيث ان انشاء البسيطة بدون تعيين الزاوية المذكورة هو أسهل الطريقتين فلزيادة الفائدة سنذكر بعض الملاحظات تتعلق بهذه الطريقة

(فى بيان الاعمال الثلاثة التى يلزم اجراؤها)

استعمال الطريقة المذكورة آنفا يلزم له اجراء خمس عمليات ثلاث منها نعلم مما ذكرناه مفصلا فى المواد (٦٤) و (٦٥) و (١٠٥) فلا داعى لذكرها هنا وقد رسمنا الشكل (٥٥) بالعمليات المذكورة ووضعنا فيه لزيادة السهولة عين الحروف التى وضعناها فى الشكلين المبحث عنهما فى المواد السابق ذكرها وهما شكلا (٣٠) و (٣١) غير أن من الضرورى التكلم على تعيين مبدا ساعات البسيطة الاستوائية وبيان ذلك نقول

لنفرض نقطة (ب) شكل (٥٥) موقع الشاخص العمودى أو مسقط مركز اللوحة المثقوبة وليكن (ب ب) طول هذا الشاخص ثم لرسم خط الزوال (م هـ) بواسطة ساعة ذات حركة منتظمة ونرسم من نقطة (ب) عمودا على هذا الخط أو موازيا للافق وليكن (ح ح) ولنفرض سطحا أفقيا مارا بهذا الخط (ح ح) وندوره حوله حتى ينطبق على سطح البسيطة فيحدث المثلث (ب ب ح) الذى وتره (ب ح) عبارة عن الفصل المشترك بين السطح الافقى المذكور وبين سطح نصف النهار المار بالخط (م هـ) ثم نجعل (ح) مركزا ونرسم قوسا بالبعد (ب ح) حتى تنطبق نقطة (ب) على (ح ح) فى نقطة (ب) فتكون هذه النقطة موضع رأس الشاخص على سطح البسيطة بعد تدوير نصف النهار حول خط الزوال (م هـ) ثم نرسم من هذه النقطة خطا يصنع مع (ح ح) زاوية (ح ب م) مساوية لعرض البلد فيكون ضلع (ب م) موضع المرفق على سطح البسيطة وتكون نقطة (م) مركز البسيطة ثم من نقطة (ب) نقيم العمود (ب هـ) فيكون موضع خط الاستواء ونقطة تقاطع هذا الخط بخط الزوال وهى (هـ) تكون عبارة عن نقطة من أثر خط الاستواء المذكور واذا وصلنا بين نقطتي (م) و (ب) بخط مستقيم ومددناه الى نقطة

(ق) يكون خط (م ن) مائحت المرقم ويرسم عمود على هذا الخط من نقطة (هـ)
يحدث أثر خط الاستواء وهو معدل النهار (ل ن)

وإذا أريد بعد ذلك تدوير خط الاستواء حول معدل النهار لتطبيقه على سطح البسيطة
يلزم تدوير سطح مسقط المرقم حول مائحت المرقم وتطبيقه على البسيطة

ولاجل ذلك نقيم من نقطة (ب) العمود (ب ب^١) على مائحت المرقم ونأخذ عليه
بعد (ب ب^١) = ب ب^٢ وهو طول الشانص ثم نصل (م ب^١) و (ن ب^١)

فنكون قد طبقنا سطح المسقط الآف ذكره على سطح البسيطة ثم نجعل نقطة (ن)
مركزا ونرسم قوسا بنصف قطر مساو لبعد (ن ب^١) فنحدث نقطة (ب^٢) على مائحت

المرقم تكون موضع مركز البسيطة الاستوائية على بسيطتنا بعد تدويره حول معدل
النهار فإذا رجعنا من هذا المركز دائرة يبعد ما (ب^٢ ع) يحدث محيط البسيطة
الاستوائية

هذا وحيث ان البسيطتين المساعدتين هنا هما بسيطة مدار السرطان و بسيطة خط
الاستواء فلنبحث الآن عن مبدأى ساعاتهما فنقول

لو كان المقصد من البسيطة المطلوبة بيان الساعات الزوالية لكان مبدأ ساعاتها يقتضي
ما ذكر في مادة (٦٥) عند تقاطع الخط (ب^٢ هـ) بمحيط البسيطة الاستوائية ولكن
مبدأ ساعات بسيطة خط الاستواء التي نحن بصدددها يبعد عن تلك النقطة بتسعين
درجة فنقطة تقاطع الخط (ب^٢ هـ) بالمحيط المذكور تكون حينئذ عبارة عن نقطة
الساعة (٦) وبأخذ نقطة (ع) على بعد ٩٠ منها تكون مبدأ الساعات المطلوبة
لبسيطة خط الاستواء

ثم نقسم محيط دائرة البسيطة الاستوائية بالابتداء من نقطة (ع) المذكورة الى أربعة
وعشرين قسما أقساما متساوية ونضع على نقط التقاسيم الأرقام (٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) ونصل من كل منها الى المركز (ب^٢) ونجد خطوط التوصيل الى ان تلاقى
معدل النهار في النقط (٥ و ٦ و ٧ و ٨ و ٩ و ١٠ و ١١ و ١٢) فتكون كل واحدة منها
أثرا لخط من الخطوط الشعاعية أي نقطة من النقطتين اللتين يمر بهما خط من خطوط
ساعات البسيطة الفروية

هذا بالنسبة لمبدأ ساعات بسيطة خط الاستواء وأما مبدأ ساعات بسيطة مدار
السرطان فلا يجاءه نرسم خط (ب^٢ ع) بحيث يصنع مع (هـ ب^٢) زاوية مساوية

وقت زوال مدار السرطان أى لنصف مدة ليله فنقطة تقاطع ذلك الخط (ع) بحيط
الدائرة الاستوائية تكون للبدأ المذكور ثم تقسم هذا المحيط بعد ذلك الى أربعة
وعشرين قسما أقساما متساوية بالابتداء من نقطة (ع) ونشير الى نقط التقاسيم
بالارقام (٣، ٤، ٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) ونصل من كل منها الى المركز (ب*)
ونعد خطوط التوصل الى ان تلاقى معتل النهار (ل ف) في النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢)
ثم نصل من هذه الى مركز البسيطة (م) بالخطوط (٥م، ٦م، ٧م، ٨م، ٩م، ١٠م، ١١م، ١٢م)
فتكون هي خطوط ساعات بسيطة مدار السرطان

(العمل الرابع) ان يجرى تعيين النقطتين اللازمتين لرسم كل خط من خطوط ساعات
البسيطة الغروية أى اثرات الخطوط الشعاعية ومن حيث اتنا عينا فيما سبق بعض
هذه النقط وهى (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) التى على معتل النهار فلنجث الآن
عن البعض الباقي فنقول

من المعلوم ان هذه النقط توجد على خطوط ساعات مدار السرطان أى على الخطوط
(٥م، ٦م، ٧م، ٨م، ٩م، ١٠م، ١١م، ١٢م) التى تقدم تعيينها فباستعمال طريقة الورقة
الشفافة المذكورة فى الملاحظة (٨٠) تتعين عليها النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢)
وهى النقط المطلوبة

(العمل الخامس) ان ترسم خطوط ساعات البسيطة المجهوث عنها وذلك برسم خطوط
مستقيمة مارة بكل نقطتين مبينتين لساعة واحدة من النقط التى تعينت سابقا أى من
النقط (٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) التى على معتل النهار (ل ف) والنقط
(٥، ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢) التى على الخطوط (٥م، ٦م، ٧م، ٨م، ٩م، ١٠م، ١١م، ١٢م)
(١٢م) فتجد الخطوط (٥٥) و (٦٦) و (٧٧) و (٨٨) و (٩٩) وهى
خطوط ساعات البسيطة الغروية المطلوبة ويوصل الاثرات المذكورة بخط منحن يحدد
المنحنى المظلم لمدار السرطان وبهذه الطريقة يرسم المنحنى المظلم لمدار الجدى

(الفصل الخامس)

(فى رسم البسيطة على سطح مستو فى أى وضع كان)

(١١٤) يلزم لرسم البسيطة الغروية على أى سطح مستو كالبسيطة المرسومة فى
الشكل (٥٦) ان تتبع القواعد التى ذكرت فى المواد (٧٠، ٧١، ٧٢، ٧٣) ولا

داعي لإعادة القول فيها وإنما ينبغي التنبيه على بعض أمور لم يسبق ذكرها فيما مر
ولنشرع في ذلك فنقول

ان هذه البسيطة ترسم بواسطة بسيطة مدار السرطان وبسيطة خط الاستواء فلتعين
مبدأي ساعات هاتين البسيطتين تجري العمل بالطريقة المتقدمة في المادة السابقة بأن
نأخذ $هـ ب = ع$ ونجد مبدأ الساعات (ع) لبسيطة خط الاستواء ثم نأخذ
 $هـ ب = ع$ نصف قوس الليل المقابل لمدار السرطان فنجد مبدأ الساعات (ع)
لبسيطة المدار المذكور ثم نقسم محيط البسيطة الاستوائية بالابتداء من كل من هاتين
النقطتين الى أربعة وعشرين قسماً أقساما متساوية ونصل من نقط التقاسيم الى مركز
البسيطة المذكورة (ب) ونغذ خطوط التوصل الى ان تلاقى معادل النهار في
(٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) وفي (٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) أما
(٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) فكل واحدة منها يربها خط من خطوط
ساعات البسيطة الغروية وأما (٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) فنصل منها الى
مركز البسيطة (م) ونعين عليها الآثارات (٣, ٤, ٥, ٦, ٧, ٨, ٩, ١٠, ١١, ١٢) بواسطة
طريقة الورقة الثقافة المذكورة في المادة (٨٠) ثم نرسم المستقيمتين (٤, ٥
٥٥, ٦٦, ٧٧, ٨٨, ٩٩, ١٠٠, ١١١, ١٢٢) فتكون هي خطوط ساعات البسيطة المطلوب
رسمها

ونرسم بعد ذلك المنحنى المظلم لمدار السرطان ثم المنحنى المظلم لمدار الجدي ونتم ما نقص
من الرسم بالكيفية المتقدم ذكرها

(في رسم البسيطة على أسطح مستديرة)

(١١٥) ما ذكرناه من القواعد الى هنا إنما هو لرسم البسيطة الغروية على سطوح
مستوية في مواضع مختلفة وبما أنه يمكن رسمها بقواعد الهندسة الوصفية على بعض
الأسطح المستديرة أيضا كالكرة والاسطوانة لزم أن نبين ذلك فيما يأتي فنقول

(في رسم البسيطة على السطح الداخلي لقطعة كروية)

(١١٦) لنفرض كرة بنصف قطر مناسب لعظم البسيطة المطلوب رسمها (شكل ٥٧)
وليكن (هـ هـ) الافق و (ك) خط الاستواء الصانع معه زاوية مساوية لعرض
البلد ثم (ط ح) و (ف ح) المدارين ولنفرض وضع لوحة مثقوبة في مركز الكرة
(م) فإذا راقبنا مسير الشمس ترى أنها في أثناء وجودها فوق الافق تحدث كل يوم من

ثقب اللوحة ضواً لا يمكنه الخروج من القطعة الكروية (ب ح ح ح ب) وحينئذ يمكن رسم البسيطة المذكورة بتمامها في القطعة (ع ح ه ب) وصرف النظر عن سائر اجزاء الكرة المفروضة ثم لنلاحظ أنه في وقت شروق الشمس من النقطة (ح) التي على مدار السرطان يكون الخيال الضوئي الحادث من ثقب اللوحة في نقطة (ب) وأنه حين ورودها الى النقطة (ط) يكون ذلك الخيال في نقطة (ح) وحين ورودها الى (ل) يكون على نقطة (١١) القرية من (ح) ووقتها تصل الى نقطة الغروب (ب) يحيى الخيال في نقطة (ع) فينتج من ذلك ان مدة الليل المقابل لمدار الجدى وهي القوس (ع ح ب) عبارة عن المنحنى المظلم لمدار السرطان ومبدأ ساعاته يكون اذن (ع) وكذلك مدة الليل المقابل لمدار السرطان وهي القوس (ع ح ب) عبارة عن المنحنى المظلم لمدار الجدى ومبدأ ساعاته يكون اذن نقطة (ح) فاذا قسمنا محيطي المدارين الى أربعة وعشرين قسماً أقساماً متساوية بالابتداء من النقطتين (ح) و (ع) ووضعنا عليها الأرقام المتناقصة (١٢, ١١, ١٠, ٩, ٨, ٧, ٦, ٥, ٤, ٣, ٢, ١) وهكذا) نعلم ما هي نقط الساعات وخطوطها التي توجد على بسيطتنا المطلوبة ولاجل تعيين الخطوط المذكورة نرسم قوس دائرة عظمى من كل نقطة ساعة موجودة على أحد المدارين ومن نقطة تلك الساعة نفسها الموجودة على المدار الآخر فنجد خطوط الساعات (١٢, ١١, ١٠, ٩, ٨, ٧, ٦, ٥, ٤, ٣, ٢, ١) وهكذا) ونقسم المحيطين المذكورين الى ثمانية وأربعين قسماً أو الى ستة وتسعين أقساماً متساوية فنحدث خطوط أنصاف الساعات وأرباعها

اذا كانت جميع ذلك فلنأخذ قطعة كرة معدنية مقرعة في قالب أو منصوتة في حجر كما ترى في الشكل ونرسم داخلها خط الزوال أي قوس نصف النهار (ه ب) ثم مدة ليل مدار السرطان وهو المنحنى المظلم لمدار الجدى أي (ع ح ب) ثم نصف محيط خط الاستواء (ص د) ثم مدة ليل مدار الجدى وهو المنحنى المظلم لمدار السرطان أي (ع ح ب) ثم نرسم أقواس الدوائر العظمى التي هي خطوط الساعات ونضع عليها الأرقام المناسبة لكل منها فيتم رسم البسيطة المطلوبة وأما اللوحة المثقوبة فيلزم وضعها في المركز (م) بحيث يمكن تدويرها بسهولة في الجهات الأربع على حسب أوضاع الشمس ولاجل ذلك نتحكم على قضيب أفقي أحد طرفيه في (ه) والطرف الآخر على قضيب ثان أفقي أيضاً (س ع) كما ترى في الشكل

ولا بد قبل استعمالها من مراعاة ثلاثة أمور (الاول) أن سطح الكرة الاعلى يكون عند قطعها أفقيا بالضبط (والثاني) ان قوس الزوال (هـ و) وثقب اللوحة التي في المركز يكونان في سطح نصف نهار المحل بالضبط (والثالث) ان يوضع تحتها أساس متين لحفظها في هذا الموضع

(في رسم البسيطة داخل سطح نصف اسطوانة)

(١١٧) كما أنه يمكن رسم بسيطة غروبية داخل قطعة كروية كذلك يمكن رسمها داخل نصف اسطوانة محورها مواز للافق وموجود في السطح الرأسي المحتوي على خط الشمال والجنوب والوصول الى ذلك لابد من استعمال بعض قواعد الهندسة الوصفية والبسيطة التي تحدث من ذلك تكون كالمينة في الشكل (٥٨) ولكن محونا في هذا الشكل خطوطا كثيرة ولم يبق الا النتيجة المطلوبة . وبيان ذلك بالتفصيل نقول

لتفرض اسطوانة موضوعة بحيث ان محورها يكون موازيا للافق وموجودا في السطح الرأسي المحتوي على خط الشمال والجنوب كما ذكر وترسم من هذا المحور سطعا مستويا موازيا للافق فيقطع الاسطوانة على التساوي ولنصرف النظر عن القسم الذي فوق هذا السطح ونعتبر القسم الذي تحته ونسقطه على السطح الافقي (و ك) وعلى السطح الرأسي (و ك) فليكن (م) المسقط الافقي للوحة المنقوية المفروضة على محور الاسطوانة و(م) مسقطها الرأسي

ولجعل نقطة (م) مركزا لكرة مثل (ل هـ ل) نصف قطرها يعادل نصف قطر الاسطوانة ثم نرسم خط (ط ط) بحيث يصنع مع الافق زاوية مساوية لعرض البلد فيكون هذا الخط عبارة عن خط الاستواء وليكن (ل ل) (هـ هـ) المدارين و(ل هـ) (ل هـ) خطي شعاعهما ولبحث عن نقط الساعات التي على قسمي (ب هـ) و(ل ح) من المدارين وعلى (ط م) من خط الاستواء غير أننا نلاحظ من الآن أن النقط التي على (ح ل) توجد بالعكس على (ب هـ) وكذلك النقط التي على (ب هـ) توجد بالعكس على (ح ل) وحينئذ اذا دورنا كلا من المدارين وخط الاستواء حول الخطوط (ل ل) و(ط ط) و(هـ هـ) حتى تنطبق على السطح الرأسي وعينا على محيط كل منها النقط التي تقابلها ثم دورناها الى مواضعها الاصلية نجد النقط (١٢، ١١، ١٠، ٩، وهكذا) على الخطوط (هـ ب) و(ط م)

و (ل ح) كما ترى في الشكل وحيث اتنا قد عينا المساقط الرأسية لهذه النقطة يمكننا بواسطة تعيين مساقطها الأفقية أيضا وذلك بأن يقال

حيث ان جميع هذه النقطة توجد على سطح الكرة المفروضة فإذا أردنا المسقط الأفقي لأحداها كالقطة (س) الدالة على الساعة (١١) نرسم منها سطحا عموديا على سطحي المساقط وليكن (ح ع ص) وهو يلاقى الكرة السابق ذكرها على دائرة مارة بنصف القطر (ح ع ح) وحيث ان نقطة (س) موجودة على محيط هذه الدائرة فإذا دورناها حول قطرها (ص ع ح) الى أن تصبح موازية لسطح المساقط الرأسية يكون مسقطها الرأسى عبارة عن الدائرة (ص س ح) التى نرسمها من المركز (ح) بنصف قطر يساوى (ح ع ح) وكذلك لو دورنا نقطة (س) على سطح أفقى لكأت تنتقل الى نقطة (س) ويكون مسقطها حينئذ فى (س) وبارجاعها الى محلها الاصلى برسم ربع دائرة من (ح) نجد نقطة (س) التى هى المسقط الأفقى المطلوب للنقطة (س) وبالاختصار يلزم تعيين المساقط الأفقية لجميع نقط الساعات التى على الخطوط (ل ح) و (ط م) و (هـ ب) بالطريقة المتقدمة أى بواسطة مساقطها الرأسية وبعد ذلك يتم رسم البسيطة بأحدى الطريقتين الآتيتين

(الطريقة الاولى)

نفرض كرة داخل نصف الاسطوانة التى نريد رسم البسيطة الغروية فيها ثم تصور سطوح ساعات تلك الكرة ونبحث عن الفصول المشتركة بينها وبين سطح الاسطوانة فهذه الفصول المشتركة تكون عبارة عن خطوط ساعات البسيطة المطلوبة وحيث ان كل سطح من تلك السطوح هو دائرة عظمى مارة بمركز الكرة وبثقتين دالتين على ساعة واحدة كل منهما على مدار من المدارين فتى علمنا المساقط الأفقية والرأسية لهذه النقطة الثلاث يمكننا بالطرق المبينة فى الهندسة الوصفية أن نعين ذلك السطح ونعين بعده خط تقاطعه مع سطح الاسطوانة فيكون هذا الخط أحد خطوط الساعات وبثفس هذه الطريقة توصل الى ايجاد الخطوط الباقية

وكيفية تعيين الفصول المشتركة بين سطوح الساعات وبين نصف الاسطوانة كما هو مذكور فى الهندسة الوصفية أن تقطع تلك السطوح ونصف الاسطوانة المذكورة بسطوح مستوية افقية فإذا اعتبرنا أحد هذه السطوح وأردنا تعيين الفاصل المشترك منه وبين نصف الاسطوانة يلزم (أولا) رسم سطح مستو مواز للأفق (وثانيا) تعيين

المسقط الافقي لخط تقاطع هذا السطح بسطح الاسطوانة ومسقط تقاطعه بسطح الساعة
المفروض فهذان المسقطان يتقاطعان في نقطة تكون احدي النقط التي يترجها مسقط
النصل المشترك المطلوب أي خط الساعة المفروضة

وبهذه الطريقة يمكن تعيين أربع نقط أو خمس لكل خط من خطوط ساعات بسيطتنا
فبضم بعضها الى بعض بخط منح توجده الخطوط المطلوبة كلها ولكن يلزم ملاحظة
أمر وهو أن الفصل المشترك بين كل سطح وبين نصف الاسطوانة هو نصف قطع ناقص
ونحن في رسم البسيطة لا نحتاج الا الجزء منه فقط فلهذه السهولة العمل لا ينبغي رسم الجزء
الذي لا ينتفع به وأما الجزء المحتاج اليه فهو المحصور بين المستقيمين الواصلي المسقط
الافقي لمركز الكرة بالمسقطين الافقيين لنقطتي المدارين الدالتين على الساعة المبحوث
عن خطها

مثال ذلك اذا أردنا تحديد الخط المنحني المبين للساعة (١١) نبحث عن المسقطين
الافقيين (د) و (هـ) لنقطتي المدارين (د) و (هـ) الدالتين على تلك الساعة
ونصلهما الى مسقط المركز (م) بخطين مستقيمين فيتلاقيان بمنحني الساعة (١١)
ويحددان عليه الجزء اللازم ابتداءه على سطح البسيطة ويحددان أيضا طرفي الخط
المذكور وهو نقطتان من نقط المنحنيين المطلين للمدارين فيمكن رسمهما أيضا بهذه
الطريقة

فبعد رسم خطوط الساعات كلها بهذه الكيفية ورسم المنحنيين المطلين يتم رسم البسيطة
المطلوبة

(الطريقة الثانية)

انه وان أمكن رسم البسيطة بالطريقة المتقدم ذكرها الا أن امرار سطوح الساعات
من ثلاث نقط وتعيين الفصل المشترك بين كل منها وبين الاسطوانة بالانفراد من
الامور العسرة لاسيما على سطح محدود ولذلك رأينا ضرورة ذكر طريقة اخرى
تكون منقمة الاولى وليبانتها نقول

لرسم خطوط الساعات في داخل نصف الاسطوانة (ف هـ) (شكل ٥٨) يلزم أن نبحث
عن تعيين عدة نقط لكل منها ولابل ذلك نلاحظ اننا اذا عينا نقط الساعات على كل
من المدارين وخط الاستواء المرسومة على السطح الرأسي ووصلنا جميعها الى مركز
الكرة (م) بخطوط شعاعية ومسددناها الى أن تلاقى نصف الاسطوانة وعينا المساقط

الافقية لنقط التلاقى تكون هذه المساط عبارة عن النقط التي تمر بها خطوط الساعات
ولنبحث اذن عن تعيين المساط المذكورة فنقول ان الخطوط الشعاعية السابق
ذكرها تشكل المخروطين (هـ هـ م) و (ل ل م) بحيث ان جزأيهما (ب هـ م)
و (ح ل م) يوجدان داخل نصف الاسطوانة فاذا عينا الفصلين المشتركين
بين هذين الجزأين وبين سطح نصف الاسطوانة المذكورة نكون قد رسمنا المنحنيين
المطلوبين

ولما كانت كيفية تعيين الفصل المشترك بين مخروط واسطوانة بقواعد الهندسة الوصفية
تتعلق بموضع كل من هذين الشكلين فسنبجى العمل على حسب المواضع الظاهرة في الشكل
(٥٨) بالكيفية الآتية

وذلك ان نعين نقطة تلاقى سطح الاسطوانة بكل مولد من مولدات المخروطين أى بكل
خط من الخطوط الشعاعية (م م) الطريقة توجد جميع المساط الرأسية والافقية
للخطوط المذكورة فلنلق المساط الافقية نقطة تلاقى نصف الاسطوانة بخط شعاع الساعة (١١)
مثلا الذي هو عمام بالطر ولد (م م) للمخروط (هـ هـ م) بان نرسم من الخط المذكور
سطح مسقط احدى وليكن (م م) انزه الرأسى فيقطع سطح الاسطوانة على خط
توجد عليه بالضرورة النقطة المطلوبة

ولاجل رسم خط تقاطع هذا السطح بالاسطوانة نفرض مرور سطح افقى بحيث انه
يقطعهما الاثنين فنعين المسقط الافقى لخط تقاطعه بالاسطوانة الذي هو عبارة عن أحد
مولداتهما ونأخذ بعد ذلك نقطة تقاطع الاثر الرأسى للسطح القاطع والاثر الرأسى (م م)
للسطح المسقطى المذكور ونرسم منها عمودا على المولد الذى صار تعيينه فيكون موقع
هذا العمود عبارة عن نقطة من نقط الفصل المشترك بين الاسطوانة والسطح الرأسى
الما ذكره واذا كررنا العمل بهذه الصورة على عدة سطوح افقية قاطعة تحصل على
جولة نقط وبضم بعضها الى بعض ينتج منحنى هو عبارة عن جزء من الفصل المشترك بين
الاسطوانة والسطح المسقطى المتقدم ذكره . وأما النقطة المبحوث عنها وهى المسقط
الافقى لنقطة تلاقى الاسطوانة بالخط (م م) فتوجد على هذا المنحنى كما قلنا وعلى خط
(م م) فيجد هذا الخط على استقامته حتى يلاقى المنحنى المذكور فيجد نقطة تلاقيهما
(١١) هى النقطة المطلوبة

ويلزم بعد تعيين نقط الساعات فى داخل الاسطوانة (و هـ) بالكيفية المتقدمة ضم

جميع النقط المقابلة للمدارين بخطين منحنيين فيحدث المنحنيان المظلمان لكل من مدار السرطان ومدار الجدي أعنى الفصلين المشتركين بين الاسطوانة والمخروطين السابق ذكرهما ثم توصل كل نقطة ساعة من نقط أحد المدارين بنقطة تلك الساعة من نقط المدار الآخر فتحدث خطوط الساعات ولكن حيث ان هذه الخطوط كلها قطوع ناقصة فالوفق ان تعين نقطة ثالثة من نقطها ويمكن إيجاد هذه النقطة عند البحث عن الفصل المشترك بين سطح الاستواء وبين نصف الاسطوانة فانها توجد على معادل نهار البسيطة الذي هو عبارة عن الفصل المشترك المذكور فتبحث اذن عن النقط التي على خط تقاطع الاسطوانة بالجزء (ف م) من خط الاستواء فنقول

حيث ان سطح الاستواء عمودي على سطح المساقط الرأسية يمكن اعتباره سطحاً من السطوح المسقطية وبناء عليه يمكن بالطريقة التي تقدمت إيجاد الفصل المشترك بينه وبين الاسطوانة أي (م م) وهو معادل النهار أيضاً ثم نرسم خطوطاً مستقيمة من نقطة (م) ومن المساقط الأفقية للنقط التي على الخط (ط م) ونعدها الى ان تلاقى معادل النهار المذكور فكل نقطة من نقط التلاقي تكون حتماً نقطة ثالثة لخط من خطوط الساعات أي من القطوع الناقصة

وبناء على ما ذكر اذا رسمنا أقواس قطوع ناقصة من النقط الدالة على ساعة واحدة الموجودة على كل من المنحنيين المظلمين وعلى معادل النهار نكون قد رسمنا خطوط ساعات البسيطة المطلوبة

وليعلم أنه اذا أريد رسم الأقواس المذكورة بزيادة الضبط يمكن تعيين نقط أخرى لكل واحد منها ما بين كل من المدارين وبين خط الاستواء وذلك بتعيين بعض دوائر يومية للشمس وإجراء العمل عليها كما أبريناه على المدارين

(في نقل البسيطة من الرسم الى داخل سطح الاسطوانة)

(١١٨) مهما كانت الطريقة المستعملة من هاتين الطريقتين لانشاء البسيطة فان ذلك لا يكون الا عبارة عن رسم البسيطة على الورقة فقط ولا بد بعد ذلك من نقل الرسم الى داخل الاسطوانة بقواعد الانكشاف المعروفة في الهندسة الوصفية وهي ان يرسم على ورقة هيئة انكشاف الشكل المرسوم داخل الاسطوانة (ن ك) وتوضع تلك الورقة في داخل اسطوانة من حجم الرسم المذكور ثم يقل الرسم من الورقة على سطح الاسطوانة وتوضع بعد ذلك اللوحة المثقوبة في محلها (م) على قضيب مرتكن من

طرفيه على قضيبين آخرين موضوعين على حرفي نصف الاسطوانة وضعا أفقيا كما ترى في الشمس فهذه الكيفية يمكن تدوير اللوحة في أى جهة من جهاتها الاربع على حسب مواقع الشمس

هذا وقبل استعمال هذه البسيطة لابد من مراعاة أمور ثلاثة (أولها) ان حرفي نصف الاسطوانة يكونان في سطح أفقي بالضبط (وثانيها) ان نصف نهار البسيطة ومحور الاسطوانة ومركز ثقب اللوحة توجد جميعها في سطح نصف نهار الهل (وثالثها) أن يوضع أساس متين تحت الاسطوانة لحفظها في هذا الموضع

الفصل السادس

(في بيان بسيطة اليد)

(١١٩) كما أنه يمكن رسم بسيطة الساعات الغروية على سطح ثابت يمكن رسمها أيضا على سطح غير ثابت يمكن مجرد تعريضه للشمس معرفة الساعات وأوقات الصلاة وتسمى حينئذ ببسيطة اليد

والمطريات والعمليات اللازم مراعاتها في رسم هذه البسيطة هي مثل التي تقدم ذكرها في الفصل الخامس من القسم الاول عند الكلام على بسيطة اليد الزوالية ماعدا بعض ايضاحات خصوصية نذكرها هنا وهي ان خطوط الساعات الغروية التي تصورها على الكرة السماوية ليست مقسومة شرقا وغربا الى أقسام متساوية بدائرة نصف نهار الهل كما هو حاصل لخطوط الساعات الزوالية وقد بينا ذلك في المادة (٩٩) والشكل (٤٩) وحينئذ فلا يمكن رسم خطوط لساعات اليوم الواحد على وجه واحد من سطح البسيطة كما فعلنا ذلك للبسيطة الزوالية بل لابد من جعل خطوط ساعات ما قبل الزوال على وجه وخطوط ساعات ما بعد الزوال على الوجه الآخر وسترى في الشكل (٥٩) و (٦٢) ان الخطوط الاول هي أقواس دوائر تامة والخطوط الاخر أقواس منحنيات ليست بدوائر تامة

(في رسم مساقط الدوائر اليومية أى المنحنيات المظلمة وخط الزوال)

(١٢٠) ليكن (س ب ح) (شكل ٥٩) أحد وجهي السطح المطلوب رسم البسيطة عليه وهو قطعة لوحة مثلا و (د ب س) الوجه الآخر وترسم على الوجه الاول خطوط ساعات ما بعد الزوال وعلى الوجه الثاني خطوط ساعات ما قبل الزوال فنأخذ على

الوجهين نقطتين متقابلتين مثل (ب و ب) ونجعل كلا منهما مركزا للبسيطة التي من
جهته ثم نرسم المستقيمين (ب س) و (ب س) ونقرض كلا منهما الافق ثم نرسم
عليهما العمودين (ب ح) و (ب ح) فيكونان خطين رأسيين والخط (ب د) يسمى
خط الشروق لان الشمس حين تشرق تكون على الخط الافقي المار بنقطة (ب)
والخط (ب ح) يسمى خط الغروب لانها حين تغرب تكون على الخط الافقي المار
بنقطة (ب)

فلنجث الآن عن كيفية رسم مساقط الدوائر اليومية على كل من وجهي اللوحة
المفروضة فيقتضى ما ذكر في المادة (٨٢) فيما يتعلق ببسيطة اليد الزوالية نهين
أعظم ارتفاعات الشمس وأصغرها وأوسطها في السنة بالنسبة لعرض المحل المراد
استعمال البسيطة فيه وبعبارة أخرى نأخذ غاية ارتفاع كل من مدار السرطان
(المساوي لتمام العرض + ميل الشمس الكلي) ومدار الجدى (المساوي لتمام
العرض - ميل الشمس الكلي) وخط الاستواء (المساوي لتمام العرض) ونرسم
من نقطتي (ب و ب') خطوطا صائفة مع (ب ح) و (ب' د') زوايا مساوية لهذه
المقادير فنحدث الخطوط (ب هـ) (ب ل) (ب ك) و (ب' هـ) (ب' ل') (ب' ك')
ثم من نقطة (ب) ونصّف قطر مثل (ب د) مناسب للعظم المراد اعطاؤه للبسيطة نرسم
قوس دائرة حتى يقطع خط (ب هـ) وإيكن (د هـ) هذا القوس فهو عبارة عن مسقط
نصف مدة نهار مدار السرطان وبنفس هذه الطريقة تحصل على مسقط نصف مدة نهار
خط الاستواء وهو القوس (ب ك) ثم نأخذ (ب ح = د و) ونرسم من (ب) القوس
(ح ل) فيكون عبارة عن مسقط نصف مدة نهار مدار الجدى وبنفس هذه الطريقة
أيضا نجهد على الوجه الثاني من البسيطة الأقواس الثلاثة (ح ل') (ب' ك')
(د' هـ) فالاول يدل على مسقط نصف مدة نهار مدار الجدى والثاني على مسقط نصف
مدة نهار خط الاستواء والثالث على مسقط نصف مدة نهار مدار السرطان هذا وقد
رسمنا في احدى البسيطتين مدار السرطان قريبا من المركز وفي الاخرى بعيدا عنه
وذلك لتبين انه لا فرق بين هذين الموضعين

وفي هذه الحالة تكون النقط (هـ , ك , ل , هـ , ك , و ل) المرسومة على وجهي الشكل هي نقط غاية الارتفاع أي مساقط ثلاث نقط كائنة على خط نصف النهار وعلى ذلك إذا رسمنا من ثلاث نقط معلومة قوس دائرة نجد القوسين (هـ ك ل) و (هـ كـ

(ل) ويكون احدهما خط زوال البسيطة لساعات ما بعد الزوال والاخر خط زوالها لساعات ما قبل الزوال

وحيث ان خطوط الساعات لما قبل الزوال هي أقواس دوائر فاذا عيننا نقطة على كل من الخطوط (هـ م) (كـ و) (لـ ح) التي هي مساقط نصف مدة نهار كل من مدار السرطان ومدار الجدي وخط الاستواء تحدث ثلاث نقط اذا رسمنا منها قوس دائرة يحدث خط ساعة من ساعات ما قبل الزوال وبتعيين نقط اخرى نرسم خطوطا اخرى من خطوط الساعات المذكورة وأما خطوط ساعات ما بعد الزوال فنحن حيث انها أقواس منحنيات كيفما اتفق فلا يمكن رسمها بواسطة ثلاث نقط كذا ذكر بل يلزم تعيين مساقط جملة محركات يومية للشمس خلاف مساقط المدارين وخط الاستواء

فلنفرض المحركات اليومية المقابلة للدرجات المرقومة بمحاذاة البروج الآتي ذكرها وهي

درجة		درجة
	الميزان	الجنوزاء
10		30
30		30
	العقرب	الاسد
10		10
30		30
	القوس	السنبلة
30		17
		30

ونرسم مساقطها على وجه البسيطة المختص بساعات ما بعد الزوال فيحدث أحد عشر مسقطا اذا أخذنا على كل منها نقطة واحدة تتعين خطوط الساعات المطلوبة بوجه التقريب وحيث اننا فيما سبق رسمنا مساقط المدارين وخط الاستواء فلرسم مساقط المدارات الثمانية الاخر نبحث عن أعظم ارتفاعها فنلاحظ انها في البروج الشمالية تساوى عرض البلد مضافا اليه ميل الشمس حين وصولها الى تلك الدرجات وفي البروج الجنوبية تساوى عرض البلد مطروحا منه الميل المذكور وتكن (ع ب د) و (ح ب د) و (ع ب د) ... وهكذا هي هذه الارتفاعات فاذا رسمنا هذه الزوايا على خط (ب د) وعينا النقط (ع د ح و ع د ح) وهكذا التي هي نقط تلاقي اضلاع تلك الزوايا بالقوس (هـ ك ل) ثم وصلنا من هذه النقط الى نقطة (ب) وجعلنا هذه النقطة مركزا ورسمنا أقواس دوائر بانصاف أقطار مساوية للابعاد (ب ح)

و (ب ح) و (ب ع) و ... وهكذا ومددناها الى أن تلاقى خط الغروب (ب ح) تكون هذه الأقواس مساقط المدارات اليومية فبأخذ نقطة على كل منها واستعمال الطريقة الآتية ذكرها لتعيين خطوط الساعات تدعى هذه الخطوط بوجه يقرب جدا من الصحة

(في رسم خطوط الساعات)

(١٢١) إذا اريد رسم خطوط الساعات من ربع ساعة الى ربع ساعة يكفي كما يعلم مما ذكر في مادتي (٨٢) و (٨٦) فيما يتعلق ببساطة اليد الزوالية معرفة ارتفاع الشمس حين وصولها الى نقط تلاقى خطوط أرباع الساعات الغروبية للمدارات اليومية التي عينت في المادة السابقة . مثال ذلك إذا فرضنا أن خط ساعة غروبية يلاقى مدار السرطان (م م) شكل (٣٩) في نقطة (ب) فارتفاع الشمس بالنسبة لهذه النقطة يكون (ب ح) ولا استخراج نلاحظ كما سبق في ببساطة اليد الزوالية أنه يعلم من المثلث الكروي (ب ق د) (شكل ٣٩) الضلع (ب ق) المساوي لتمام ميل الشمس والضلع (ق د) المساوي لتمام عرض البلد والزاوية (س ق ب) المساوية لفضل الدائر أي للزاوية الساعية فيمكن حينئذ استخراج الارتفاع المذكور (ب ح) . وهناك أمر مهم يلزم الالتفات اليه وهو ان مبدأ الساعات الغروبية ليس هو دائرة نصف النهار فالزاوية (ب ق د) المذكورة لا تعين حينئذ على جانبي تلك الدائرة أقواس أرباع الساعات كما هو شأنها في الساعات الزوالية إذ مبدأ الساعات الزوالية هو خط نصف النهار فخطوط ساعاتها تكون اذن على أوضاع متناظرة بالنسبة لهذا الخط وتصنع معه زوايا يمكن استخراج مقدار كل واحدة منها بتحويل الساعة الميمنة بالخط الصانع تلك الزاوية الى مقدار قوسي هذا بخلاف الساعات الغروبية فان مبدأها هو الافق الغربي وليست خطوط ساعاتها على أوضاع متناظرة بالنسبة الى دائرة نصف النهار ولذلك لا يمكن تعيين الزاوية (س ق ب) بالوجه المشروح بل تعين بالطريقة الآتية ذكرها وهي

أن يبحث أولا عن أقواس مدارات الشمس اليومية التي فوق افق المحل الذي يراد استعمال البسيطة فيه أي عن مدد النهار في ذلك المحل وثانيا تنصف تلك الأقواس وثالثا تعين أوقات شروق الشمس في المحل المذكور ولذلك طريقتان

(الاولى) - ان نأخذ قانون المثلثات الكروية (شكل ٦٠)

مماس (س ٤) = مماس (م) جيب (م ٤)

التي منه

جيب م ٤ = $\frac{\text{مماس (س ٤) أي ميل الشمس}}{\text{مماس (م) أي تمام عرض البلد}}$

فنحسب القوس (م ٤) أي نصف الفضلة ثم نصف إليه تسعين درجة من جهة الشمال أو نطرحه من تسعين درجة من جهة الجنوب فنجد نصف قوس النهار وبتضعيفه يعلم قوس النهار

(والثانية) ان نفرض (ح ح) (شكل ٦١) مدار الشمس اليوى وبناء على ما ذكر في المادة (١٥٠) من القسم الثاني ندوره حول قطره حتى يأخذ الوضع (ح د ح د) ثم رسم من نقطة (د) الخط (د د) موازيا لمحور العالم فهذا الخط يقسم المدار اليوى المفروض الى قسمين قوس النهار وقوس الليل والاول هو (د ح د) ونصفه يكون (د ح) فإذا تعيين مقدار هذا النصف بواسطة المنقلة وتحول الى كمية زمانية تعلم مدة النهار ونصفها ثم بطرح مدة النهار من أربع وعشرين يكون الباقي مدة الليل ويكون آخر هذه المدة وقت الشروق وبأخذ نصف مدة الليل يعلم وقت زوال ذلك اليوم

فإذا اريد استعمال الطريقة الاولى من هاتين الطريقتين لتعيين مدة النهار في يوم وجود الشمس على الدرجة (٣٠) من برج الجوزاء مثلا يلاحظ ان ميل الشمس في ذلك اليوم يكون كليا أعنى مساويا لثلاث وعشرين درجة وسبع وعشرين دقيقة وثلاثين ثانية وإذا فرضنا ان المحل الذي يراد عمل البسيطة فيه هو دار السعادة التي تمام عرضها يساوى ٤٩ تأخذ العملية الصورة الآتية

$$\text{لونا مماس } ٣٠^\circ ٢٧' ٢٢'' = ٩,٦٣٧٤٣٧٦$$

$$\text{والتمام العددي للونا مماس } ٤٩^\circ = ٩,٩٣٩١٦٣١$$

$$\text{لونا جيب نصف الفضلة } = ٩,٥٧٦٦٠٠٧$$

ومن ذلك

$$\text{م ٤} = \text{نصف الفضلة} = ٤٥^\circ ٩' ٢٢''$$

$$\text{وبإضافة م ٥} = ٩٠^\circ \dots \dots$$

$$\text{يحدث نصف قوس النهار} = ٤٥^\circ ٩' ١١٢''$$

وبتحويل ذلك الى كمية زمانية نجد

ث د س

نصف مدة النهار = ٢٩ ٣٨ ٧

مدة النهار = ١٨ ٥٧ ١٤

ث د س

وبطرح ذلك من ٢٤ نجد

مدة الليل = ٤٢ ٢ ٩ وقت الشروق

ث د س

وبالتنصيف نجد

وقت الزوال = ٢١ ٣١ ٤

فبعد ايجاد هذه المقادير بالطريقة المذكورة يلزم تعيين ارتفاعات الشمس حين وصولها الى نقط تلاقي مداراتها في اليوم المفروض بخطوط الساعات الغروية ولاجل ذلك يلزم انشاء جدول مثل الجدول عمرة (٥) الذي في آخر الكتاب يحتوي على خانات ثلاث منها مختصة بما بعد الزوال والثلاث الاخر بما قبل الزوال ففي أول خانة يوضع الرقم ١٢ ساعه الدال على وقت الغروب وهو وقت وجود الشمس على الافق ثم يطرح منه ١٥ دقيقة أي ربع ساعة ويكتب الباقي ٤٥ دقيقة ١١ ساعه تحته ويطرح ربع ساعة من هذا العدد ويكتب الباقي ٣٠ دقيقة ١١ ساعه تحته وهكذا يطرح من كل عدد ربع ساعة الى أن يوجد وقت أول نقطة لما بعد الزوال وهو ٤ ساعات و ٤٥ دقيقة فيكتب في آخر الخانة لانا علما من الحساب الذي تقدم ان وقت الزوال هو ٢١ ثانيا ٣١ دقيقة ٤ ساعه فنقطه الساعة ٤ و ٤٥ دقيقة تكون حينئذ لما بعد الزوال ونقطه الساعة ٤ و ٣٠ دقيقة تكون ضرورة لما قبل الزوال أعني ان هاتين النقطتين هما أقرب نقط الساعات من نصف النهار أي ان دائرة نصف النهار توجد ما بين النقطتين المذكورتين ومن ذلك يعلم لزوم وضع الرقم ٤٥ دقيقة ٤ ساعه في خانة ساعات ما بعد الزوال ولزوم وضع الرقم ٣٠ دقيقة ٤ ساعه حينئذ في أول خانة ساعات ما قبل الزوال فبتنقيصه ربع ساعه نجد العدد ١٥ دقيقة ٤ ساعات فنكتبه تحته ثم نقص هذا العدد ربع ساعة أيضا وهكذا كما علمنا في الخانة الاولى حتى نصل الى وقت شروق الشمس الذي علمناه بالحساب فتدرجه في آخر الخانة هذا ما يختص بالساعات

وأما زوايا الساعات فلتميينها نلاحظ أنه حين تغرب الشمس في الساعة (١٢) يكون

فضل الدائر أعني الزاوية القطبية المحصورة بين السطح السويحي المار بنقطة الغروب و سطح نصف النهار مساويا لنصف قوس النهار الذي تقدم تعيينه بالحساب فيصرف النظر عن عدد الثواني الذي فيه يكون فضل الدائر المقابل لنقطة الساعة (١٢) هو $١١٢^{\circ} ٩'$ فنضع هذا العدد في الخانة الثانية المعنونة بزوايا الساعات تجاه عدد الساعة (١٢) ثم لايجاد زاوية الساعة ١١ و ٥٠ دقيقة فنحول ربع الساعة أي ١٥ دقيقة الى كمية قوسية فنجد $٣^{\circ} ٤٥'$ نطرحها من $١١٢^{\circ} ٩'$ فيبقى $١٠٨^{\circ} ٦٤'$ ويكون هو زاوية الساعة ١١ و ٥٠ دقيقة فنكتبه في الخانة المذكورة حذاء هذا العدد وبإجراء هذه العملية على هذا العدد وما يحدث بعده نحصل على جميع زوايا الساعات المرقومة في الخانة الاولى ونجد أن زاوية الساعة ٤ و ٥٠ دقيقة أي زاوية أقرب نقطة بعد الزوال من سطح نصف النهار هي $٣^{\circ} ٢٤'$ وحيث أن هذا العدد أصغر من قيمة قوس ربع الساعة وهو $٣^{\circ} ٤٥'$ ينتج من ذلك أن الفرق $٢١'$ بين هذين العددين هو عبارة عن فضل الدائر لاول نقطة قبل الزوال المقابلة للساعة ٤ و ٣٠ دقيقة أي زاوية هذه الساعة المساوية للزاوية (د و ب) شكل (٣٩) التي بين سطح نصف النهار والسطح المار بالنقط وبالنقطة المذكورة وبناء على ذلك يلزم كتابة الرقم ٢١ دقيقة في الخانة الثانية من طابات ما قبل الزوال بحذاء الرقم ٤ ساعات و ٣٠ دقيقة وبإضافة ٣ درجات و ٥٠ دقيقة الى ٢١ دقيقة فنجد ٤° وهي زاوية الساعة ١٥ دقيقة ٤ ساعات فنكتبها تحت الرقم الاول ثم بإضافة $٣^{\circ} ٤٥'$ الى ٤° نجد زاوية الساعة ٤ وهلم جرا الى أن نصل الى زاوية ساعة وقت شروق الشمس أي الزاوية $١١٢^{\circ} ٩'$

فبواسطة زوايا ساعات ما بعد الزوال وما قبله المدرجة في هذا الجدول يمكن استخراج ارتفاع الشمس (ب ح) (شكل ٣٩) وذلك بأن نلاحظ أننا نعلم من المثلث الكروي (ب و س) الزاوية القطبية (و) لانها تساوي إحدى زوايا الساعات المذكورة ثم ضاعها (و ب) و (و س) وينتج لنا بملاحظة ما تقدم في المادة (٨٢)

محاس (و د) = محاس (تمام العرض) × تمام جيب (زاوية الساعة) (١)
فلنقط الساعات الشمالية يكون

$$ب د = ٩٠ - ميل الشمس + و د (٢)$$

نؤخذ العلامة + اذا كانت زوايا الساعات أكبر من ٩٠° ونؤخذ العلامة - اذا كانت الزاوية أقل من ٩٠° ولنقط الساعات الجنوبية يكون

$$ب د = ٩٠ + \text{ميل الشمس} - ٥٥ \dots (٢)$$

$$\text{جيب (ارتفاع الشمس)} = \text{تمام جيب (ب د)} \frac{\text{تمام جيب (تمام العرض)}}{\text{تمام جيب (د)}} \dots (٣)$$

فبواسطة هذه القوانين يمكن استخراج ارتفاع الشمس لكل نقطة

مثال ذلك ليكن عرض البلد (٤١°) ولنفرض الشمس على درجة ٣٠ من برج الجوزاء

في يوم ٩ حزيران فلنا ميل الشمس = ٣٠° ٢٧' ٢٣" ونصف قوس النهار = ٩٠°

١١٢

ثم تمام ميل الشمس = ٣٠° ٣٢' ٦٦" ونهاية ارتفاع الشمس = ٣٠° ٢٧' ٧٣"

وإذا اريد تعيين نقطة الساعة (١١) بعد الزوال نبحث في الجدول (٥) عن قيمة زاوية

هذه الساعة فنجد في الخانة الثانية انها خامس عدد وهو يساوى ٩٧° ولناذن

$$\begin{aligned} \text{لونا مماس (٤٩)} &= ٠,٠٦٠٩٦٣٨ \\ \text{لونا تمام جيب (٩٧°)} &= ٩,٠٩٥٠٥٥٦ \\ \text{لونا مماس (د)} &= ٩,١٥٥٨٩٢٥ \\ \text{ومنه د} &= ٨^\circ ٨' ٥٤" \end{aligned} \quad (١) \left\{ \begin{array}{l} \text{لان تمام جيب الزاوية يساوى} \\ \text{ناقص تمام جيب متممها} \end{array} \right.$$

$$\begin{aligned} \text{ميل الشمس} &= ٣٠^\circ ٢٧' ٢٣" \\ \text{٩٠} - \text{ميل الشمس} &= ٥٩^\circ ٣٢' ٦٦" \\ \text{د} &= ٨^\circ ٨' ٥٤" \\ \text{ب د} &= ٧٤^\circ ٤١' ٢٤" \end{aligned} \quad (٢)$$

$$\begin{aligned} \text{لونا تمام جيب (ب د)} &= ٩,٤٢١٦٧٢٠ \\ \text{لونا تمام جيب (٤٩)} &= ٩,٨١٦٩٤٢٩ \\ \text{التمام العددى للونا تمام جيب (د)} &= ٠,٠٠٤٤٠٦٧ \\ \text{لونا جيب (ارتفاع الشمس)} &= ٩,٢٤٣٠٢١٦ \\ \text{فيكون ارتفاع الشمس} &= ٤٢^\circ ٤' ١٠" \end{aligned} \quad (٣)$$

ويظهر من ذلك أنه في يوم تسعة حزيران عند ما تكون الشمس على ارتفاع عشر

درجات وأربع دقائق واثنين وأربعين ثانية تكون حينئذ على نقطة الساعة (١١)

بالضبط

ومن المعلوم انه وقما تكون الساعة (١٢) من المساء تكون الشمس في الغروب ويكون ارتفاعها صفرا فكذلك ارتفاعها يكون صفرا وقت الشروق ويوضع مقادير زوايا الساعات الاخرى في القانون المذكور آنفا يمكن تعيين ارتفاعات الشمس حينما تكون على نقط الساعات المذكورة وعلى نقط ارباعها وقد فعلنا ذلك وحررنا الجدول (٥) المتقدم ذكره وقد أجرينا هذه الحسابات أيضا بالنسبة الى مساقط سائر المدارات اليومية التي رسمناها في المادة السابقة وحررنا الجداول ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١، ١٢، ١٣، ١٤، ١٥ اعرض دار السعادة على نسق الجدول (٥) بجبر أعداد الثواني أو حذفها

وبعد معرفة ارتفاعات الشمس بالوجه المذكور يلزم رسم خطوط الساعات في الشكل (٥٩) فإذا أريد رسم خط الساعة (١١) مثلا لما بعد الزوال يبحث عن هذه الساعة في الجدول عمدة (٥) فيوجد بجذائها في خانة ارتفاعات الشمس العدد ١٠٥ فترسم الخط (ب م) بحيث يصنع هذه الزاوية مع الخط (ب ح) وتكون نقطة تلاقيه (م) بالقوس (د هـ) هي نقطة الساعة (١١) لذلك اليوم ثم يبحث في الجداول الاخرى ٦، ٧، ٨، ٩، ١٠، ١١ وهكذا عن ارتفاعات الشمس بالنسبة للساعة المفروضة ويرسم من نقطة (ب) خطوطا مستقيمة صاعدة مع (ب ح) زوايا مساوية لهذه الارتفاعات وتعين نقط تلاقي كل منها بمسقط المدار اليومي الذي يقابلها في الجداول ونضم جميع هذه النقط بالخط (م ع) فيكون هو خط الساعة (١١) وكذلك اذا أردنا رسم خط الساعة الثالثة لما قبل الزوال نأخذ الجداول المختصة بالآثار الجوزاء وخط الاستواء وقوس آخر مدار يومي ونبحث فيها عن ارتفاعات الشمس المقابلة للساعة (٣) ونرسم الزوايا (د ب م) و (د ب م) و (د ب م) مساوية لها وتعين النقط (م و م و م) ونرسم منها قوس دائرة فيكون هو خط الساعة (٣) المطلوب ثم اذا بحثنا في سائر الجداول عن ارتفاعات الشمس المقابلة لنقط الساعة (٣) للأيام الاخرى ورسمنا مساقط مدارات الشمس في الايام المفروضة لجميع النقط التي تتعين توجد على نفس خط الساعة (٣) المذكور والحاصل انه متى رسمت خطوط الساعات بالطريقة المتقدمة يتم رسم البسيطة ولا يبقى الا وضع أرقام الساعات بمحذاة كل خط الا انه يتعين ملاحظة انه في جهة البسيطة المختصة بساعات ما قبل الزوال يوجد خط الساعة (٣) في وسط سائر الخطوط بحيث ان خطوط الساعات التي قبل الساعة

المذكورة لالتقاء مدار الجدى ويلزم بناء على ذلك تعيين كل خط من هذه الخطوط استعمال مدار السرطان وخط الاستواء ومداريهما بخلاف مدار الجدى وتعين ثلاث نقط من كل خط ويرسم منها قوس دائرة كما سبق مثل ذلك ويرى بسهولة ان معظم خطوط ساعات مابعد الزوال تنتهى من جانبها على مدار السرطان ومدار الجدى وأما خطوط ساعات ما قبل الزوال حيث انها أقواس دوائر فان بعضها ينتهى على المدارين وبعضها ينتهى الى خط الشروق وفي الحالتين جميع خطوط الساعات التى بين الساعة (٤) وثلاثة أرباع والساعة (٧) ويربع تكون منتبهة الى خط الزوال وحيث ان تعيين هذه الخطوط لا يخلو من فائدة فليبان كيفية رسمها نقول

اذا أريد تعيين نقطة تلاقى خط الزوال بخط الساعة (٥) مثلا نلاحظ ان هذه النقطة تقابل غاية ارتفاع الشمس ليوم مجهول وحيث ان غايات الارتفاعات فى جهة الشمال تعادل (تمام العرض + ميل الشمس) وفى جهة الجنوب تعادل (تمام العرض - ميل الشمس) فلو علمنا ميل الشمس حينما نصل على قبة السماء الى نقطة تلاقى خط الساعة (٥) بدائرة نصف النهار لحصلنا على المطلوب ولمعرفة ذلك نقول اذا نظرنا الى فضل الدائر لتلك النقطة وهو القوس الذى بين نصف نهار المحل والسطح السويى المار بالنقطة المذكورة نجد انه يساوى نصف قوس مدة نهار ذلك اليوم وهى المدة التى بين خمس ساعات واثنى عشرة ساعة أى سبع ساعات أو بالتقويس ١٠٥° مثال ذلك ليكن القوس (س ح) (شكل ٦٠) نصف مدة النهار حيث انه يقاس على خط الاستواء يكون عبارة عن القوس (ب د) وهذا مركب من جزأين (م ب) و (س م) أما (م ب) فيساوى ٩٠° فبطرفيها من ١٠٥° يبقى ١٥° وهى نصف فضلة اليوم المقروض (س م) وحيث ان الزاوية (س م س) تعادل تمام عرض البلد فيمكن استخراج ميل الشمس (س س) لليوم المجهول من المثلث الكروى القائم الزاوية (س س م) اذلتامنه

محاس (س س) = محاس (تمام العرض) × جيب (نصف الفضلة)

فجعل هذه المعادلة نجد ان ميل الشمس يساوى ٤٨° ٣٤' ١٦" وحيث ان هذا الميل شمالى يلزم ضمه الى تمام العرض المساوى ٤٩° فيحصل ٤٨° ٣٤' ٦٥" وهو الارتفاع على الافق لنقطة تلاقى خط الساعة خمسة بنصف نهار المحل

وحيث ان هذا الارتفاع هو على نفس دائرة نصف النهار ~~يصكون~~ عبارة عن غاية الارتفاع فاذا رسمنا خطا يصنع زاوية مع (ب و) شكل (٥٩) مساوية لهذا الارتفاع ومددناه الى ان يلاقى خط الزوال فנקطة التلاقى تكون نقطة انتهاء خط الساعة (٥) المطلوبة

وقد استعملنا هذه الطريقة لايجاد ارتفاعات سائر النقط وأدرجناها في الجدول نمرة (١٦٠) الذى فى ذيل الكتاب

(فى كيفية تعيين البروج والشهور)

(١٢٢) يعلم مما تقدم فى مادتي (٨٣) و (٨٧) انه يمكن رسم درجات البروج وتقسيمات الشهور بالطرق الهندسية على حرفى بسيطة اليد فى كل من جهتي ما قبل الزوال وما بعد الزوال ولزيادة الدقة يلزم حساب غايات الارتفاعات من ثلاث درجات الى ثلاث درجات أى من ثلاثة أيام الى ثلاثة أيام وقد فعلنا ذلك وحررنا الجدولين نمرة (١٧) ونمرة (١٨) ثم رسمنا فى الشكل (٢٩) بالطرق الهندسية غاية الارتفاع المقابل لكل من رجب الميران وبرج الحوت وعينا محلى هذين البرجين فيمكن بهذه الطريقة رسم البروج الاخرى

(فى رسم خطوط العصر وصلاة العيد وممت القبلة)

(١٢٣) لرسم هذه الخطوط يمكن استعمال الطرق التى تقدم بيانها فى المواد (٨٨ و ٨٩ و ٩٠ و ٩١) فراجعها ان شئت

(فى كيفية استعمال هذه البسيطة)

(١٢٤) يتعين رسم بسيطة اليد بالطرق المتقدم ذكرها على وجهى قطعة من خشب جاف قوى ونمى خطوط العمليات ثم يدهن الخشب بدهان لماع ويقطع على شكل ربع دائرة بابقاء هدفين على أعلاه ~~صكما~~ ترى فى الشكل (٥٩) بحيث ان نزل احدهما يحنى الاخرى ثم يجرى امرار خيط من المركزين (ب و ب) ويطبق فيه ثقل ويوضع على الخيط المذکور خيط آخر قصير الطول أبيض اللون يسمى بالمرى

ويرى فى الشكل (٩٢) بسيطة يد قد حسبت ورسمت بالنسبة الى عرض دار السعادة فاذا اريد استعمالها فى أى يوم كان يبحث ابتداء عن الدرجة التى تكون عليها

الشمس في اليوم المفروض ولاجل ذلك يستعمل الشكل المرسوم على قوس الربع فإنه يبين أيام الأشهر الرومية وبجذاتها درجات البروج التي تكون عليها الشمس في تلك الأيام

ففي علمت درجة الشمس بهذه الطريقة يوجه خط البسيطة الى هذه الدرجة على خط الزوال ويوضع عليها المرى ثم تؤخذ البسيطة باليدين وتمسك رأسها حتى يستر ظل إحدى الهدفتين الهدفة الأخرى ويرصد خط الساعة التي يقع عليها المرى فتعلم ساعة الوقت ولا يذهب على القارى أنه إذا أخذ الارتشاع قبل الزوال يلزم استعمال وجه البسيطة المخصوص لساعات ما قبل الزوال وإذا صار أخذه بعد الزوال يلزم استعمال الوجه الآخر وفي كلتا الحالتين يتعين طرح ثمانى دقائق للتسكين كما قلنا فيما سبق

وللبحث عن سائر الاوقات تستعمل الطرق التي نكلمنا عليها في المادة (٩٢) فتعلم مباشرة بدون احتياج الى اجراء التحويلات التي ذكرناها هنالك لان البسيطة التي نحن بصدد استخدامها تبين الازمان الغروية فلاحاجة اذن للتكرار هنا وليلاحظ اننا نرسم في الشكل (٦٢) خطى الامسالك والعشاء وذلك لضيق وجه البسيطة المختص بما قبل الزوال ولكن لاصعوبة في رسمهما على كل حال

(في كيفية تعيين الاوقات بدون استعمال ساعة ولا بسيطة طالما تكون الشمس مرئية بعد الزوال)

(١٢٥) ان أكثر سكان الصحارى والقبائل لعدم تيسر حصولهم على آلات الساعات والبساطات تراهم يستعملون طرقا أخرى استنبطوها من التجارب فيعرفون بها أوقات النهار بمجرد نظرهم الى الشمس وينظمون أشغالهم عليها وهذه الطرق صحيحة ومطابقة على أدق القواعد العلمية

فن ذلك انهم يضعون أيديهم على الهيئة المرئية في الشكل (٦٣) ويرصدون ظل إحدى السبابتين الواقع على الأخرى فيعرفون الوقت وليبان ذلك نقول ضع يديك بحيث ان الإبهامين يتلاصقان من طرفيهما ويكونان أفقيين وأبق السبابتين عموديتين عليهما ثم أطو الوسطى والبنصر والخنصر فالإبهامان والسبابتان يكونان مستويا رأسيا إذا اتجه هذا المستوى نحو الشمس ورصد ظل رأس أحدهما يرى أنه إذا وقع ذلك الظل على

رأس السبابة الاخرى تكون الشمس في ذلك الوقت عند الافق أى تكون الساعة (١٢) مساءً وإذا وقع الظل على أعلى عقدة من السبابة الاخرى تكون الساعة (١١) وإذا وقع على العقدة الثانية تكون الساعة (١٠) وعلى العقدة الثالثة الساعة (٩) وإذا وقع على شبيه العقدة التى بين الابهام والسبابة تكون الساعة (٨) هذا ما ثبت بالتجربة

وإذا اريد معرفة سبب صحة هذه القاعدة يكتفى ايمان النظر في الشكل التاسع والاربعين فان خطوط الساعات (٨) و (٩) و (١٠) و (١١) و (١٢) لما بعد الزوال تكاد تكون موازية لدائرة الافق فإذا تصورنا سطوح هذه الساعات مارة برأس السبابة الاولى الذى يمكن فرضه مركز العالم فهذه السطوح تلاقى السطح المار بالسبابة الاخرى وعمودى على الافق بحيث ان خطوط التلاقى التى هي خطوط الساعات المذكورة تكاد تكون موازية للافق وإذا عينت نقط تلاقى هذه الخطوط بتلك السبابة الثانية فعند ما ينتقل ظل رأس السبابة الاولى على هذه النقط تتعين الساعات المذكورة وحيث ان العقد الموجودة طبيعة في الاصبعين المفروضتين تقابل بالصدفة مواضع تلك النقط فلا حاجة لتعيينها ويمكن استعمال الطريقة المذكورة آنفا لمعرفة الاوقات المذكورة وبكثرة الاستعمال يحصل الانسان على معرفتها بدون أن يزيد الخطأ على عشر دقائق

ويستفاد من الشكل المذكور ان خطوط ساعات ما قبل الزوال ليست موازية للافق كسائر الخطوط بل تكاد تكون عمودية عليه ولهذا السبب لا يمكن استعمال الطريقة المذكورة لتعيين اوقات ما قبل الزوال

(خاتمة الباب الاول)

ان البسائط المتنوعة التى ذكرناها في الباب الاول تبين حينما يقع عليها الشعاع الضوئى أو ظل المرقم ساعات الزمن الحقيقى الزوالية والغروية ويمكن بواسطتها تصحيح الساعات الميكانيكية الا ان هنالك أمراً يلزم ملاحظته وهو أن أشعة الشمس الواقعة على سطح الارض لا تدل بالضبط على المكان التى تكون فيه الشمس على قبة السماء لان الاشعة المذكورة لاتصل اليها على خط مستقيم بل تنكسر في الهواء المحيط بالارض على حسب قانون انكسار الضوء فترى الشمس في مكان أعلى من المكان الذى هي فيه

في الواقع فكما انه يلزم تصحيح الارصاد الفلكية لامكان فرضها حاصلة من مركزي الشمس والارض كذلك يلزم تصحيح الاوقات التي يستدل عليها بواسطة البسائط لازالة الخطا الذي ينشأ عن انكسار الضوء أو عن بعد موضع البسيطة من مركز الارض لاسيما اذا كان المطالب هو الزمان الوسطي فيتعين تعديله ولكن حيث ان هذه التعديلات تستوجب حسابات مطولة والقصد من استعمال البسائط انما هو التجنب من الحسابات في المحلات التي يستعمل فيها الزمن الحقيقي (وهي الممالك الاسلامية) يمكن صرف النظر عن هذه التعديلات ويكتفى اجراء عملية التمكين التي هي عبارة عن طرح الثمان دقائق

هذا واعلم أن البسائط المختصة ببيان الساعات الفروبية وهي المينة في النصل الثالث والرابع والخامس من القسم الثاني كما أنه أمكن رسمها بطرق هندسية يمكن رسمها بطريق الحساب كما لا يخفى على أهل العلم والبصيرة ولكننا تجنبنا التطويل واكتفينا بذكر الطرق الهندسية

(الباب الثاني)

(في بيان بعض آثار صنعة وتطبيقها على العلوم الحاضرة)

القسم الاول

(في تسطيح الكرة)

الفصل الاول

(في بيان الاسطرلاب)

(١٢٦) قد أولع العرب في القرون المتوسطة بالعمل بالآلة المسماة بالاسطرلاب التي أخذوها عن أسلافهم واشتغلوا بتحصينها حتى أتقوها كل الاتقان وأظهروا نتائجها للعيان وشرح هذا الآلة يوجد في المجلد الخامس من كتاب بطليموس (بتولييه) الذي ولد في الجيل الثاني من الميلاد بمدينة الاسكندرية وحصل فيها على العلوم واشتهر اسمه بين العوام حتى قصده الطلاب من جميع انحاء البلاد وهذا الكتاب يحتوي على ثلاثة عشر مجلدا جمع فيها مؤلفها كل ما تلقاه من العلوم عن أسلافه وشرحها بشروح مديدة وزاد عليها زيادات مفيدة والمجلد الخامس من هذا الكتاب يختص ببيان

الاسطرلاب وشرح القواعد المتعلقة بتسطيح الكرة ولم يعلم بالتصديق أهذا المؤلف هو المؤسس لهذه القواعد أم غيره هو شارح لها (١) وانما يفهم من هذا ان الاسطرلاب كان معلوما في التاريخ المذكور ولكنه لم يشتهر الشهرة التامة الا في القرنين الثاني والثالث من تاريخ الاسلام

وهذه الآلة وان كانت كيفية استعمالها موضحة في عدة كتب ورسائل عربية وفارسية الا اننا لم نقف فيما رأيناه منها على تأليف مبين لكيفية وضعها ورسمها وانما توجد نفس هذه الآلة في أتيقنات وكتجنات بترسبورغ وبرلين واسبانيا وباريس ومنها واحدة مزخرفة في أتيقنات لوندرة صنعت لشخص من صفويه اسمه حسين خان وأخرى في مجموعات الآثار القديمة عند علماء الاور وباوين المشتغلين باستكشاف علوم الشرق العتيقة وقد وضعوا فيها كتباً ورسائل عديدة بلغاتهم

ورب معترض يشبه عليه وجه الصواب ويقول أي حاجة الى آلة الاسطرلاب مع وجود الآلات الحديثة مركبة كانت أوبسيطة والادوات الهندسية التي تصنع اليوم بغاية الدقة وتبين الكسور الصغرى جداً فجيء بأن هذه الآلة بمفردها تغني عن جميع الآلات الحديثة وكل الصيد في جوف القرا اذ بواسطتها يمكن اجراء جميع العمليات المختلفة التي تؤخذ بالآلات الأخرى كما سنبينه

نعم لا ينكر أن الآلات الحديثة هي أدق من الاسطرلاب ولكن هذه الدقة الزائدة قد لا يضطر اليها في أغلب الاحوال والنتائج التي يحصل عليها من الاسطرلاب تكون كافية هذا الى صغر حجمها وامكان وضعها في الجيب وسهولة نقلها من جهة الى أخرى ولذلك يجدر أن تسمى بآلة الرصدية فنظرا لهذه الاسباب واطهارا لفضل المتقدمين وبيان درجة علومهم وقصدا لتزوير أفكار المشتغلين بتقدم العلوم رأينا من الواجب ان نتكلم على هذه الآلة فأولاً نبين العمليات التي يمكن اجراؤها بالاسطرلاب وثانياً نذكر أسماء أجزائه والرسوم التي عليه وثالثاً نبين النظريات والعمليات التي يلزم مراعاتها لانشاء هذه الآلة ورسمها

(في العمليات التي يمكن اجراؤها بالاسطرلاب)

(١) قال دلمبري كاهن في تاريخ الهيئة العتيقة والمحدثه ان بطليموس لم يمتزج هذه القواعد بل أخذها من كتب العلامة هيبارخ الذي كان يرصد الافلاك في جزيرة رودس سنة ١٠٨ قبل ميلاد سيدنا عيسى عليه الصلاة والسلام

(١٢٧) العمليات التي يمكن الحصول عليها بهذه الآلة هي

- ١ أخذ ارتفاع الشمس
- ٢ معرفة وجود الشمس في أية درجة من أية برج في أية يوم كان
- ٣ معرفة ميل الشمس والكواكب ونهايات ارتفاعها واستخراج عرض البلاد منها
- ٤ » أقواس الليل والنهار وساعاتهما المستوية والزمانية ونصف التعديل (نصف
الفضل)
- ٥ معرفة الدائر وفضل الدائر
- ٦ استنباط مقدار الظل من الارتفاع ومقدار الارتفاع من الظل
- ٧ تعيين أوقات الصلاة والفجر والشفق
- ٨ » سعة المشرق والمغرب والارتفاع الذي زاوية سمت صفر
- ٩ » زاوية سمت أية ارتفاع
- ١٠ » سمت القبلة
- ١١ » الجهات الأربع والقبلة في أية وقت وفي أية بلد
- ١٢ » البعد بين بلدين وسمت أحدهما بالنسبة للآخر
- ١٣ » المطالع الفلكية والمطالع البلدية ومطالع التنظير والوقت
- ١٤ » طالع المعين وطوالع المولودين وطالع العالم ونسوية البيوت الاثنى عشر
- ١٥ اجراء العمليات المختصة بالكواكب وتعيين بروجها
- ١٦ مسائل اخرى تتعلق بسطح الارض كتعيين ارتفاع الاجسام وعمق الآبار
وسعة الأنهر ووجهة جريان مياهها وحساب البعد بين محلين ومعرفة أية
البلدين أقرب لحل مفروض الى غير ذلك من المسائل التي يمكن حلها بواسطة
الاسطرلاب

(في اجزاء الاسطرلاب)

(١٢٨) الاجزاء الاصلية التي يتركب منها الاسطرلاب خمسة ألواح أو أكثر الى عشرة
وكلها مستديرة متساوية ومصنوعة من النحاس الاصفر بسمك دقيق مثل سمك الصفح
ومسطحة من غير اعوجاج ومنقوبة عند مركزها من ثلاثة ملقترات الى سبعة أو ثمانية
(شكل ٦٤) وتسمى هذه الثقوب بالحن وقطعة اخرى من نحاس (شكل ٦٥) (١)
منقوبة عند مركزها على هيئة شريط ممك يساوي السمك الحاصل من وضع الألواح

بعضها على بعض وتسمى ام الاسطرلاب أو المجرة بقى وضعت الألواح في المجرة كما تراها في (الشكل ٦٥) قطعة (٢) يلزم ان اللوحة التي توضع فوق الآخر تكون مفرغة من بعض جهات سطحها (شكل ٦٦) بحيث يبقى فيه خوارج حادة ودائرة كمرها خلاف مركز اللوحة التي تسمى حينئذ بالعنكبوتة أو الشبكة ويوضع على العنكبوتة ما يسمى بالعضادة وهي قطعة من معدن مثقوبة المركز على هيئة شريط طوله يساوي قطر المجرة كما ترى في الشكل (٦٥)

وتوضع العضادة بحيث ان أحد حرفيها المسمى بخط الترتيب يمر بمركز الآلة وبالمحارجتين اللتين على جانبيها السمايين بالشطيتين أو المشعرتين وفي بعض الآلات تصنع العضادة بساقين مختلفين كما ترى في شكلنا بحيث ان نصف خط الترتيب المتروك مروره من المركز يعتبر على أحد الساقين والآخر على الساق الآخر ثم على طرفي العضادة توضع قطعتان عريضتان بقدر عرضها عموديتان على سطحها في كل واحدة منهما ثقب يرصد به الكواكب وغيرها وتسمى الهدفة أو الدقة أو البينة

واصل محل استعمال العضادة هو ظهر الاسطرلاب كما سنبينه بعد ولكن يمكن وضعها على وجهه أيضا فبعد ترتيب الصنائع والعضادة في المجرة بالكيفية المشروحة يوضع عند مركزها مسمار برأس عريض على هيئة محور في طرفه ثقب عرضي بهذا سطح العضادة يوضع فيه مسمار آخر يسمى الفرس لتحكيم تلك القطع في المجرة ثم بين الفرس والعضادة حلقة صغيرة تسمى الفلّس وتوضع لمنع احتكاك الفرس على سطح العضادة حين تدور حول محورها

وحيث انه من الضروري تدوير العنكبوتة فوق المجرة بدون تحريك سائر الألواح فلهذا القصد يوضع على محيط كل لوحة خارجة صغيرة تحبس في فتحة مصطنعة على حائط المجرة فتمنع حركة الألواح وتدور العنكبوتة بدون عائق لها

ثم ان جميع ما تقدم ايضاحه يختص بوجه الاسطرلاب وأما ظهره فهو كما يظهر من الرسم الثالث في الشكل (٦٥) لا يوجد فيه شيء مقصود سوى العضادة

وحيث ان هذه الآلة تستعمل تارة بوضعها رأسية وتارة بوضعها غير رأسية فلابد جعلها رأسية توضع قطعة مناثية على جزء من محيط المجرة تسمى بالكروى على رأسه عروة تدور حول محورها داخلا فيها حلقة ~~كما~~ كما ترى في الاشكال فإذا أمسكت الآلة باليد من هذه الحلقة أو علقت منها في محل تأخذ بسبب ثقلها الطبيعي موضعها

رأسيا بحيث ان العمود النازل من نقطة التعليق يمر بالعروة وبوسط النقطة التي على حائط الحجر ثم بمركز المحور

(في الرسوم التي على الحجر)

(١٢٩) اذا دورنا المضادة حول مركزها فالمشعرتان اللتان على طرفيها يرسمان دائرة على محيط الحجر فتقسم هذه الدائرة من اليسار الى اليمين بالابتداء من الخط الرأسى المار بالعروة وبوسط الكرسي وبالمركز الى ثلثائة وستين درجة كما ترى في (١) و (٢) من الشكل (٦٥) ويوضع على نقاط التقاسيم الحروف الالهية خمس درجات نفمس درجات فآخر نقطة على يسار الخط المذكور تكون علامة (شس) أعنى ٢٦٠ وفي شكلنا قد استعملت الأرقام العربية بدلا من الحروف الالهية

ولا يوجد بعد هذه التقسيمات على وجه الحجر رسوم غير أن بعض الألواح الداخلة فيها تحتوي على بعض رسوم خصوصية تسمى بالواح المقنطرات والبعض الآخر يحتوي على رسوم اخرى تسمى بالصفائح الموضعية أو الصفائح الآفاقية

(في بيان الرسوم التي على صفائح المقنطرات)

(١٣٠) ان الشكل (٦٤) يبين انا احدى لوحات المقنطرات والرسوم التي عليها (فأولا) ثلاث دوائر متحدات المركز وهو نفس مركز اللوحة فالدائرة الوسطى عبارة عن مدار رأسى الحمل والميران مدار الاعتدال ومعدل النهار وخط الاستواء والدائرة الصغيرة القرية من المركز عبارة عن مدار السرطان والقرية من محيط اللوحة عبارة عن مدار الجدى والمركز المذكور يدل على القطب السماوى وأحد الخططين العموديين عند المركز يمر بنقطة تقاسيم الحجر المقابلة للصفر بحيث يقبضه نحو العروة ويسمى نصفه الذى فوق الافق بخط وسط السماء وخط الزوال وخط نصف النهار ونصفه الذى تحت الافق يسمى بوتر الارض وثانيهما يمر بنقطتي الاعتدالين ويسمى بخط المشرق والمغرب

(وثانيا) ان خط وسط السماء يحتوي على نقطة قرية من القطب وهى الرموز لها بالحرف (ص) الدال على العدد (٩٠) قد رسم منها بجهة دوائر متوالية تملأ نصف اللوحة تقريبا تسمى بالمقنطرات فبعضها مرسوم كله على سطح اللوحة والبعض الآخر ممتد الى مدار الجدى ورسمه غير تام على سطح اللوحة فالدائرة البعدى من نقطة (ص) المرة بنقطتي تقاطع معدل النهار بخط المشرق والمغرب تسمى بالمقنطرة الاولى ومفروض

انها افق المحل والمقنطرات التي على عین خط وسط السماء تسمى بالمقنطرات الغربية والتي على شمالها تسمى بالمقنطرات الشرقية ونقطة (ص) هي سمت رأس المحل الذي تستعمل فيه اللوحة المقروضة

والمقنطرات التي يمكن رسمها بتمامها على سطح اللوحة هي التي بعدها عن سمت الرأس لا يزيد عن (عرض البلد + ميل الشمس الكلي) والتي تمتد الى مدار الجدي غربا وشرقا بدون تكاملها هي التي بعدها عن سمت الرأس يزيد عن المقدار المذكور وترسم عادة هذه الدوائر على بعد ست درجات بين بعضها والبعض ويقال حينئذ انها سداسية واذا رسمت على بعد ثلاث درجات يقال لها ثلاثية وان رسمت على بعد درجة واحدة يقال لها تامة ثم توضع عليها أرقام بالابتداء من الافق الى سمت الرأس (و ب ح)

ويرى في بعض الآلات كلمة (الشرق) على الجزء الشرقي للمقنطرة البعيدة عن الافق بقدر ثمان عشرة درجة وكلمة (المغرب) على جزئها الغربي ويرى في البعض الآخر ان هاتين الكلمتين موجودتان على خطين مرسومين شرقا وغربا تحت الافق (وثالثا) مرسوم أقواس دوائر متلاقية في نقطة (ص) وكل منها يلاقى المقنطرات المتقدم ذكرها وتسمى هذه الأقواس بالسموت وهي نوعان سموت شرقية وسموت غربية فالاولى ما وجدت جهة الشرق والآخرى جهة الغرب والقوس المار بنقطتي الشرق والغرب يسمى بمبدأ السموت وقد وضعت على السموت الحروف الابجدية الدالة على أرقامها ويرى أن السموت الوسطى ينطبق على خط وسط السماء

(ورابعا) أقواس الدوائر المرسومة شرقا وغربا تحت الافق بالابتداء من وتد الارض تسمى بخطوط الساعات الزمانية البلدية وهي تقسم الاجزاء التي تحت الافق من المدارات الثلاثة كلا الى اثني عشر قسما أقساما متساوية وقد كتب من جهة الافق الشرقي الى جهة الافق الغربي رقم كل خانة بالحروف الابجدية من واحد الى اثني عشر ويرى في بعض الآلات ثلاثة أقواس مابين وتد الارض والافق الشرقي أولها في الخانة الثانية من الخانات التي بين خطوط الساعات الزمانية البلدية ومكتوب عليها كلمة (الظهر) وثانيها في الخانة الرابعة ومكتوب عليها كلمة (العصر) وثالثها في الخانة الخامسة ومكتوب عليها كلمة (آخر العصر) ثم يوجد على إحدى جهات اللوحة عرض البلد الذي تستعمل فيه

وبجميع الرسوم المتقدم ذكرها ترسم على وجهي كل لوحة من اللوحات الموجودة في حجرة
الاسطرلاب وتستعمل كل واحدة منها في محلات مختلفة العرض

(في الصفحة الآتية)

(١٣١) يرى من الشكل (٧١) صورة الصفحة الآتية مرسوما عليها أيضا مدار
رأس الحمل والميزان ومدار السرطان ومدار الجدي وخط وسط السماء ووتر الأرض
وخط المشرق والمغرب ثم عدة أقواس ودوائر أخرى دالة على آفاق بعض المحلات

(في الصفحة الموضعية)

(١٣٢) يرسم على هذه الصفحة (شكل ٧٢) المدارات الثلاثة المذكورة آنفا
والقطران المتعامدان ويسمى الرأس والافق ثم يرسم عليها خلاف ذلك ما بين مدار
السرطان والجدي عدة أقواس دوائر بعد بعضها عن بعض خمس درجات أو ثلاثون
درجة ويوجد صفحة مثل هذه في اسطرلاب إحدى الكتبخانات الألمانية سماها
أحمد مؤلفي الألمان وهو وويكة باسم الصفحة الموضعية وهي مرسوم عليها أقواس
من ثلاثين درجة إلى ثلاثين مينة بأرقام ثم أقواس من خمس درجات إلى خمس مينة
بخطوط أدق من الخطوط الأولى ويرى فيها أعداد مكتوبة بالحروف الأبجدية دالة على
العروض التي صنعت لأجلها

(في الرسوم التي على العنكبوتية أو الشبكة)

(١٣٣) تتركب العنكبوتية من شيتين أصليين أحدهما خوارج رقيقة لبيان مواقع
بعض الكواكب الثابتة (شكل ٦٦) تسمى بشظايا الكواكب أو مريها يكتب على
كل منها اسم الكوكب الذي جعلت لأجله أو غمرته والآخر دائرة مرسومة في سطحه
مماسية لمحيطها تدل على مدار الشمس السنوي وهو دائرة البروج فيقسم محيط تلك
الدائرة إلى اثني عشر قسما غير متساوية وكل قسم ثلاثون درجة ويوضع على هذه
الأقسام أسماء البروج وهي

الحمل	السرطان	الميزان	الجدي
الثور	الاسد	العقرب	الدلو
الجوزاء	السنبلة	القوس	الحوت

أو ما يدل عليها ثم توضع خارجه صغيرة على الفصل المشترك بين برجي القوس والجدي

بالقرب من نقطة تماس الدائرة المذكورة والشبكة ويقال لها مري الاجزاء وبواسطتها
يقرأ على محيط الخيرة مقدار الدرجات التي دارت عليها العنكبوتة
ثم يوضع على سطح العنكبوتة نقطة أو نقطة نقط على شبه ازرار لاجل تدويره منها
بسهولة

(في الرسوم التي على ظهر الاسطرلاب)

(١٣٤) القطعة الثالثة من الشكل (٦٥) تبين ظهر الاسطرلاب فيرسم عليه قطران
متقاطعان أحدهما ينطبق على الخط الرأسى المار بوسط الكرى وبالمركز والآخر
ينطبق على خط المشرق والمغرب فهذان القطران يقسمان ظهر الاسطرلاب الى أربعة
ارباع متساوية كل ربع منقسم الى تسعين درجة مبتدئة من طرفى خط المشرق
والمغرب ومنتهية الى طرفى الخط الرأسى وأرقامها مكتوبة بهذه الكيفية ثم يرسم على
قوس أحد الربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب اعداد الظل المبسوط أو المنكوس
(يعنى تماس الزوايا وتعام مماسها) أو اعدادها معا وفى أكثر الآلات يرسم مربع حول
المركز اضلاعه موازية لخط المشرق والمغرب ولوتد الارض ويقسم ضلعاها اللذان تحت
الخط المذكور الى اثني عشر قسما أقساما متساوية يوضع عليها الحروف (ا ب ج د
..... يب) فالاقسام التي على الضلع الموازى لوتد الارض تدل على الظل المنكوس
والتي على الضلع الموازى لخط المشرق والمغرب تدل على الظل المبسوط وفى بعض
الآلات يكتب على الضلع الاول الظل القائم وعلى الثانى الظل الافقى

ثم فى بعض الاسطرلابات يقسم قوس أحد الربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب
الى (مه) أى الى خمسة وأربعين قسما أقساما غير متساوية وبها تعرف الاعصر
الآفاقية أى وقت دخول العصر الاول على أى أفق كان وذلك بتعيين مقدار نزول
الشمس على الافق بعد الزوال

ويرسم على محيط الربع الآخر ميول الشمس فى الايام التي تعمر فيها من خط الاستواء
الى أحد المدارين الانقلابيين فتبتدئ بالصفر وتنتهى بالميل الكلى وهو ثلاث وعشرون
درجة وثلاثون أو خمس وثلاثون دقيقة
والتقسيمات المتعلقة بالاعصر الآفاقية وميول الشمس تبتدئ من خط المشرق والمغرب
وتنتهى الى وتد الارض ولعدم ابقاء داخل الارباع خاليا يرسم فى الربع المجاور للربع
المرسوم فيه قامة الظل المتقدم ذكرها الساعات الزمانية الآفاقية (أعنى الساعات التي

يمكن استعمالها في كل افق) ثم في ربع آخر ترسم جيوب الزوايا وذلك يسمى هذا الربع بالربع المجيب

ثم يرسم على ظهر بعض الاسطرلابات دائرة يتقسم محيطها الى اثني عشر قسما تبين البروج وهي الحمل والنور والجزاء وهكذا ويقسم قوس كل برج الى ثلاثين قسما أقساما متساوية وليبان أيام كل شهر ترسم دائرة أخرى داخل الدائرة الاولى ويكتب على محيطها أسماء الشهور الافرنجية

يناير	مايو	سبتمبر
فبراير	يونيه	اكتوبر
مارس	يوليه	نوفمبر
ابريل	أغسطس	ديسمبر

وبهذه الكيفية يمكن معرفة الدرجة التي تسكون عليها الشمس في أى يوم كان وفي بعض الاسطرلابات توضع تقاسيم الاشهر والايام في دائرة البروج المرسومة على العنكبوتية

(في كيفية رسم الواح المقنطرات)

(١٣٥) الرسوم التي يلزم اجراؤها على الواح المقنطرات المبنية في المادة (١٣٠) عبارة عن تسطيم الكرة بقواعد المناظر على سطح معتدل النهار ولاجل ذلك توضع النقطة البصرية على القطب الجنوبي وتعين دوائر الكرة اما بالحساب واما بالهندسة فاذا أريد تعيينها بالحساب تستعمل قوانين حساب المثلثات واذا أريد تعيينها بالهندسة تستعمل قواعد الاسترولوجرافية المتعلقة بتسطيم الكرة وحيث ان هذه الرسوم أربعة أنواع كما بينا ذلك في المادة (١٣٠) فالكلام عليها هنا ينبغي ان يقسم الى أربعة أقسام على الترتيب المتقدم ذكره

القسم الاول

(في رسم المدارات الثلاثة)

لتفرض كرة في (م) شكل (٦٧) وليكن (ن) القطب الشمالى و (ن) القطب الجنوبى و (ح ح) خط معتدل النهار ولتأخذ على جاني خط الاستواء قوسين مساويين لميل الشمس الكلى ونرسم الخطين (د د) و (ب ب) موازيين لمعتدل النهار فيكون الاول مدار السرطان والثانى مدار الجدى

وترسم في نقطة (ن) مستويا مماسا للكرة المذكورة فنحن حيث انه عمودي على محور العالم (ن و) فالخط (ب ب) يكون الاثر الرأسى لذلك السطح فاذا فرضنا عين الناظر أعنى نقطة بصر الرسام في القطب الجنوبي (و) وتخيّلنا منها خطا شعاعيا واقعا على إحدى نقط مدار السرطان (د د) وفرضنا القطب (و) ثابتا وخط الشعاع متحركا على محيط المدار المذكور يتولد منحسروط يقطع السطح المماس المتقدّم ذكره على دائرة هي مناظرة لمدار السرطان (د د) فلنرسم هذه الدائرة نصل من نقطتي (د و) الى النقطة (و) بخطين مستقيمين ونمتدّهما الى أن يلاقيا الخط (ب ب) في (د و د) فالمنحروط المذكور يكون (د و د) ويكون (د و د) الفصل المشترك بينه وبين السطح المماس وحيث ان نقطة (و) هي وسط البعد (د و) فاذا رسمنا منها الدائرة (و د) تكون هي الدائرة المطلوبة اذ رسم هذه الدائرة بالكيفية المذكورة بمثابة تدوير السطح المماس المحتوى على تلك الدائرة بقدر تسعين درجة حول المحور (ب ب) حتى ينطبق على سطح الشكل

وكذلك اذا وصلنا من نقطتي (ح و ح) الى نقطة (و) ورسمنا الدائرة (و ح) نجد مناظرة خط الاستواء (ح ح) ثم يوصل (ب و ب) الى (و) ورسم الدائرة (و ب) نجد مناظرة مدار الجملى (ب ب)

ثم ان العمليات المذكورة عبارة عن تسطيح الكرة على سطح خط الاستواء ولذلك تسقط جميع الدوائر المتوازية على دوائر مرسومة من المركز (و) وأما سطوح الساعات أى سطوح انصاف النهار فتسقط جميعها على خطوط مستقيمة مارة بالنقطة (و) فاذا فرضنا (ب ب) خط نصف نهار الحمل يكون الخط (ل ل) العمودي عليه هو خط المشرق والمغرب والنقطة (و) تكون نقطة المشرق والاعتدال الربيعي و (و) نقطة المغرب والاعتدال الخريفي والخط (و ب) الممتد من نقطة (و) الى سمت الرأس يكون خط وسط السماء و (و ب) المقبض فهو سمت القدم يكون وتد الارض

هذا واذا أريد استعمال الحساب لرسم هذه الدوائر تستخرج الابعاد (و د) و (و ح) و (و ب) من المثلثات (و د و) و (و ح و) و (و ب و) ولاجل ذلك يفرض قطر الكرة (و و) فيكون (و ح = ا أيضا) كما يظهر من الشكل ولنا حينئذ

$$د = م = مماس (د د م) = مماس م (د م م)$$

$$= مماس م (د م م) = مماس م (د م م)$$

$$ب = م = مماس (ب ب م) = مماس م (ب م م)$$

$$= مماس م (ب م م) = مماس م (ب م م)$$

ومن ذلك يعلم (د م) و (ب م) بالنسبة الى الطول المقروض لنصف قطر معتدل النهار (م ح) فيمكن اذن رسم الدوائر المذكورة

القسم الثاني

(في رسم المقنطرات)

المقنطرات هي عبارة عن الدوائر الحادثة من قطع الكرة السماوية باسطيح موازية للافق مرسومة ما بين سمت الرأس وحيث ان سمت الرأس والحالة هذه يكون قطب الافق كما هو مصطلح عليه في حساب المثلثات الكروية يكون الافق أول المقنطرات وأعظمها ثم يليه مقنطرة أصغر من هذه وهكذا الى سمت الرأس فهناك تكون المقنطرة معدومة

فلرسم هذه المقنطرات نقول . لترسم المدارات الثلاثة (شكل ٦٨) وخط المشرق والمغرب وخط وسط السماء كما تقدم فاذا عينا سمت الرأس والافق والسطوح الموازية له بالنسبة لموضع الكرة المقروضة (م د م ح) ثم جعلنا القطب الجنوبي (م) نقطة البصر وأخرجنا منها خطوطا شعاعية الى تلك الدوائر المتوازية وعينا مناظرها على سطح شكلنا نكون قد رسمنا المقنطرات المطلوبة

ولاجل ذلك نفرض (م) المحل المطلوب رسم مقنطراته فيكون سمت رأسه النقطة (م) التي بعدها عن القطب الشمالي (م) يساوي تمام عرض ذلك المحل وأفقها يكون (م ح) المار بنقطة (م) البعيدة من القطب المذكور بقدر عرض المحل المقروض

ويقسم بعد ذلك ربع الدائرة (م ح م) بالنقطة الى أقسام مساوية للابعاد المراد رسم المقنطرات عليها أي يقسم درجة درجة أو درجتين درجتين أو ستا ستا أو كما فعلنا في رسمنا عشرين عشرين ثم نرمم من نقط التقاسيم الخطوط (د د م م م... وهكذا) موازية للافق (م ح) ونصل من النقط (م د م... وهكذا) و (م د م... وهكذا)

الى نقطة البصر (و) بخطوط شعاعية تلاقى الخط (ل ح) في النقطة (ح د ب)
 وهكذا) و (ح د ب وهكذا) وتحدث الخطوط (ح د) و (د د)
 و (ب ب) (١) و وهكذا التي هي عبارة عن اقطار الدوائر المشتركة بين المخاريط
 المخروطية (ح و ح) و (د و د) وهكذا وبين السطح (ل ح)
 المماس للكرة المقروضة فاذا رسمنا من منتصف كل من هذه الاقطار دائرة تحدث الدوائر
 (ع ع) و (ع ع) و (ع ع) وهكذا وهي مناظر المقنطرات
 على سطح المماس فكأننا دوريا هذا السطح تسعين درجة حول محوره حتى انطبق
 على شكلا وكذلك اذا وصلنا سمت الرأس (م) والنقطة (و) بخط مستقيم
 وددناه الى أن يلاقى سطح المماس المذكور تحدث النقطة (م) وتكون هي
 منظر سمت الرأس

ولا يخفى أن سطح الافق كما يقسم معتدل النهار الى قسمين متساويين كذلك دائرة
 البروج تقسمه الى قسمين متساويين فاحدى نقط تقاطعهما تسمى بنقطة الاعتدال
 الاول أى أول الحمل والاخرى تسمى بنقطة الاعتدال الثانى (٢) أى أول الميزان ومن
 حيث ان الرسوم الناشئة عن تسطيح الكرة فى الاسطرلاب انما هي حاصلة بفرض
 نقطة النظر على سطح الافق ونقطتا الاعتدالين المذكورين لكونهما موجودتين على
 كل من سطح الافق ومعتدل النهار فنظراهما بوجودان على نقطة تقاطع منطرى الافق
 ومعتدل النهار المذكورين وحينئذ تكون النقطتان (و و) هما نقطتا الاعتدالين
 واحداهما (و) التي هي أول الحمل تسمى بنقطة المشرق والاخرى (و) التي هي أول
 الميزان تسمى بنقطة المغرب ويتضح فى المادة الآتى ذكرها ان منظر دائرة البروج
 المرسومة على العنكبوتية يمر بهاتين النقطتين وهو ظاهر

وبما ان خط وسط السماء (ل د) يقسم كلا من هذه المقنطرات الى قسمين متساويين
 فالاقسام التي فى جهة النقطة (و) تسمى بالمقنطرات الشرقية والتي فى جهة (و)
 تسمى بالمقنطرات الغربية فليبان درجات المقنطرات المذكورة يكتب على كل من هذه
 الاقسام حرف من الحروف الالهجائية بالابتداء من الافق الى سمت الرأس

هذا واذا أريد استعمال الحساب نقول لتكن المقنطرة (ل ل) شكل (٦٨) فلاجل

- (١) حيث ان نقطة (ب) لا يمكن ان تظهر الشكل مقنطرة (ب) قامت تمامها
 (٢) ان هذه النقطة تنال ابتداء السنة الهجرية أى ان الشمس كانت حالة هاى يوم قدوم بيضا عليه أفضل الصلاة
 والسلام الى المدينة المنورة وموضع ذلك مادة (١٩٧)

تعيينها تقترض نصف قطر معتدل النهار مساويا للواحد ونحسب الضلعين (كـ و) و (كـ و) من المثلثين (كـ و و) و (كـ و و) الفائتي الزاوية ثم نضيف أحدهما (كـ و) الى نصف الفاضل بينهما فنجد بعد المركز (مـ) لمنظر المقنطرة المقروضة من المركز (و) ولاجرا هذا الحساب لابد من معرفة الزاويتين (كـ و و) و (كـ و و) أما الاولى فانها تساوى نصف الزاوية (كـ م و) وأما الثانية فانها تساوى نصف الزاوية (كـ م و) ومن حيث ان الزاوية (كـ م و) يقسمها القوس (م كـ) أو (م كـ) وهو يساوى بعد المقنطرة من سمت الرأس والزاوية (لـ م و) يقسمها القوس (م و) وهو يساوى عرض البلد قلنا

كـ م و = تمام العرض ± بعد المقنطرة المقروضة من سمت الرأس (١)

كـ م و = تمام العرض + بعد المقنطرة المقروضة من سمت الرأس (٢)

و و = ١ = نصف قطر معتدل النهار

كـ و = مماس (كـ و و) = مماس (كـ م و) (٣)

كـ و = مماس (كـ و و) = مماس (كـ م و) (٤)

(٥) $\frac{كـ و - كـ و}{٢} = كـ و = بعد المركز$

فبعد معرفة بعد مركز منظر المقنطرة المقروضة عن مركز الاسطرلاب (و) بالكيفية المشروحة يرسم المنظر المذكور

(تنبيه) اذا كان بعد المقنطرة عن سمت الرأس أقل من تمام العرض تؤخذ الاشارة (ناقص) في القانون الاول والاشارة (زائد) في القانون الخامس وعلى العكس اذا كان البعد المذكور أعظم من تمام العرض

ومن حيث ان جميع المقنطرات المطلوب رسمها بعيد بعضها عن بعض بمقدار واحد سواء كان درجة واحدة أو ثلاث درجات أو ست درجات فن السهل معرفة بعد كل منها من سمت الرأس وبوضع هذه المقادير في القوانين الخمسة السالف ذكرها نعلم انصاف أقطار الدوائر المناظرة

القسم الثالث

(في كيفية رسم مناظر دوائر السموت)

دوائر السموت هي السطوح المارة بخط شاقولي يملك باليد أعنى انها مارة بسمت

رأس المحل وعمودية على الافق ولما كانت ارتفاعات الشمس والكواكب تقسب على هذه السطوح سميت أيضا بدوائر الارتفاع ومبدأ هذه السطوح هو الذي يلاق سطح نصف النهار على تسعين درجة فيمر إذا بنقطتي المشرق والمغرب المفروضتين على سطح الافق وإذا تصورنا تلك الدوائر على ابعاد واحدة بعضها عن بعض بقدر درجة أو خمس درجات أو يزيد من ذلك يمكن رسم مناظرها بالنسبة الى أحد القطبين بالكيفية الآتية

وذلك اتنا نفرض الكرة (ق م ق م) شكل (٦٩) وعليها القطب الجنوبي (ق) والقطب الشمالي (ق) و (م) سمت الرأس و (م) سمت القدم ونرسم بالطريقة المتقدم ذكرها منظر مدار الجسدي (ع ع) ومنظر سمت الرأس (م) ومنظر أفق المحل (ق ح ق) فنحن حيث ان دوائر السموت تمر على سطح الكرة بالنقطتين (م) و (م) ويصنع بعضها مع بعض زوايا معينة فكذلك مناظرها تمر بمنطري النقطتين (م) و (م) وهما (م) و (م) ومن حيث ان الخط (م م) يبين احدى الدوائر التي على سطح الكرة فنظر هذه الدائرة يمر بنقطتي (م م) فبتنصيف الخط (م م) ورسم القوس (ق م ق) يكون هو المنظر المذكور وحيث انه يمر بنقطتي المشرق والمغرب فهو اذا مبدأ السموت

ولرسم الدوائر الاخرى نقول حيث انها تصنع مع مبدأ السموت زوايا معينة يكنى ان نقسم محيط مبدأ السموت بالابتداء من نقطة (م) الى أقسام مساوية لضعف مقدار الزاوية المعينة المفروضة ثم نصل من نقط التقاسيم (ب ب ب ب) وهكذا الى النقطة (م) ونعين النقط (١ و ٢ و ٣ و ...) وهكذا (الحادثة من تلاقي الخطوط (م ب) و (م ب) و (م ب) و ...) وهكذا بالخط (ب ب) فتكون هذه النقط مراكز دوائر السموت وحيث ان نقطة (م) مشتركة بين جميع هذه الدوائر فكل واحدة منها ترسم بنصف قطر يساوي البعد بين مركزها والنقطة (م) المذكورة وقد اكتفينا في الشكل برسم أقواس لهذه الدوائر على جانبي تلك النقطة

ولابضاح ذلك نقول ان الخطوط المماسية لجميع دوائر السموت التي يمكن فرض رسمها من نقطة (م) يصنع بعضها مع بعض زوايا مساوية للزاوية الاصلية التي بين تلك الدوائر فاذا ابتدأنا برسم خط مماس لمبدأ السموت من نقطة (م) ثم رسمنا من هذه النقطة مستقيما يصنع مع ذلك الخط زاوية مساوية للزاوية التي بين دوائر السموت

ثم مستقيماً آخر يصنع مع ذلك المستقيم زاوية مساوية للزاوية الاولى وهكذا لجميع هذه الخطوط تكون مماسة لدوائر السموت في نقطة (م) ثم اذا رسمنا من هذه النقطة خطوطاً عمودية على تلك المماسات مثل (م ب) و (م ب) و (م ب) وهكذا ... التي هي مراكز دوائر السموت وبطريقة أخرى حيث ان الزوايا المحيطية التي بين المماسات المذكورة مثل الزاوية (ب م ب) هي نصف الزاوية المركزية (م ب ب) فاذا قسمنا محيط مبدا السموت من نقطة (م) الى اقسام مساوية لزاوية الدوائر المفروضة ثم وصلنا من نقط التقاسيم (ب ب ب) ... وهكذا الى (م) بخطوط مستقيمة تكون هذه الخطوط عمودية على المماسات المفروضة عند نقطة (م) ونكون حينئذ مراكز دوائر السموت على الخطوط المذكورة وحيث انها أيضاً على الخط (د د) العمود على (م م) فهي اذن على نقط تلاقي هذين الخطين (١ ٢ ٣ ... وهكذا) وبهذه الطريقة يمكن ايجاد النقط (١ ٢ ٣ ... وهكذا) على (ب د) أو يكتفى بأخذ الابعاد (ب ١) و (ب ٢) و (ب ٣) ... وهكذا مساوية للابعاد (ب ١) و (ب ٢) و (ب ٣) ... وهكذا وبذلك يتم رسم دوائر السموت وحيث ان المستعمل هو اجزاء المناظر التي فوق الافق اكتفينا برسم الاقواس المذكورة آنفاً

ورسم دوائر السموت بطريق الحساب نستخرج البعدين المركزيين (م و) و (و م) من المثلثين (م و و) و (و و م) القائمي الزاوية ولاجل ذلك نقول حيث ان

$$\frac{و}{و} = \frac{و}{و} = ١ = \text{نصف قطر معدل النهار}$$

$$\frac{م}{و} = \frac{و}{و} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \text{تمام عرض البلد}$$

$$\frac{و}{و} = \frac{م}{و} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \text{تمام عرض البلد}$$

فلنا

$$\frac{م}{و} = \frac{و}{و} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \text{تمام العرض} = \text{البعد المركزي لسمت الرأس}$$

$$\frac{م}{و} = \frac{و}{و} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \text{تمام العرض} = \text{البعد المركزي لسمت الرأس}$$

$$\frac{م}{و} = \frac{و}{و} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \frac{١}{١} = \text{تمام العرض} = \text{البعد المركزي لسمت الرأس}$$

فبعد تعيين البعد المذكور نأخذ من نقطة (و) الخط (و ب) مساوياً لذلك البعد ومن نقطة (ب) ونصّف القطر (ب م) نرسم الدائرة (م و م) ب و (و) فتكون

منظر دائرة مبدا السموت ثم نرم الخط (د ز) عوديا على (م م) وهو يحتوى على مراكز دوائر السموت الأخرى ونلاحظ أن للمثلثات (١ ب م) و (٢ ب م) و (٣ ب م) ... وهكذا ضلعا مشتركا معلوما وهو (ب م) وأنه يوجد بين زواياها الرأسية ارتباط ثابت وهو أن زاوية المثلث الثانى وهى (ب م ٢) تساوى ضعف زاوية المثلث الاول وهى (ب م ١) التى هى عبارة عن الزاوية المفروضة بين دوائر السموت وان زاوية المثلث الثالث وهى (ب م ٣) تساوى ثلاثة أمثال الزاوية المذكورة (ب م ١) وان زاوية المثلث الرابع تساوى أربعة أمثال هذه الزاوية وهلم جرا فبناء على ذلك لنا

$$١ ب = ب م مماس (١ \times \text{الزاوية المفروضة})$$

$$٢ ب = ب م مماس (٢ \times \text{الزاوية المفروضة})$$

$$٣ ب = ب م مماس (٣ \times \text{الزاوية المفروضة})$$

.....

وهكذا

وبعد تعيين هذه الأبعاد يكفى أخذها على الخط (د ز) من جانبي النقطة (ب)

القسم الرابع

(فى رسم خطوط الساعات الزمانية البلدية)

قسم المتقدمون كلا من الليل والنهار الى اثني عشر قسما أقساما متساوية سموا كلا منها ساعة زمانية فكانوا يعدون ست ساعات من الصباح الى الظهر ويستمرّون فى العد الى اثنتى عشرة وقت المساء (هـ) ثم قسموا مدة دوران الشمس دورة واحدة الى

(هـ) من المحقق الآن أن الكلدانيين واليونان والرومانيين استعملوا بسائط الساعات الزمانية ١١٠٠ سنة قبل الميلاد وكانوا يسمونها عومون ولم يعلم هل استعملت قبل ذلك التاريخ أولا وقد نبغ فى سنة ١٢٣٠ ميلاديه الفيلسوف أرسطو ٦٢٧ هجرية العالم المشهور أبو الحسن المراكشى وألف كتابه المسمى جامع المبادئ والعيان فى علم الأوقات وبين فيه بكل اعتناء بسائط الساعات المذكورة بجميع أنواعها حتى جاء الى ذكر البسائط الرومانية للساعات المستوية فقال (أنها وإن كانت غير لازمة لعدم استعمالها إلا أنها قد كثر منها طرعا) ويرسم اثنتين منها أو ثلاثا ولكنه لم تعرض بالمرّة للساعات المستوية العربية فيعلم من ذلك أن المستعمل الى ذلك التاريخ أعماهو الساعات الزمانية وان الساعات الرومانية كانت احترمت قبله قليل ولم تشهر وقته وأما الساعات المستوية العربية فالظاهر أنها احترمت بعدها التاريخ ولم يعلم وقته . ولما كان استعمال البسائط الخاهون لها ولم يعكس استعمالها لبيان ساعات الليل اخترع الأقدمون الساعة الرملية فى سنة ٨٠٠ قبل الميلاد وبعد ذلك عاينوا الساعة المائية فوأسطعها أمكنهم تعيين ساعات الليل أيضا اه

أربعة وعشرين قسما أقساما متساوية وسعوا كل قسم منها بالساعة المستوية فتكون ساعات الليل والنهار كلها متساوية بخلاف الساعات الزمانية فان ساعات النهار غير مساوية لساعات الليل بل ساعات يوم معلوم تختلف عن ساعات اليوم التالي له فاذا اريد معرفة درجات قوس الساعة الواحدة لاي يوم كان يلزم البحث عن درجات قوس نهار ذلك اليوم ثم تقسم الى أربعة وعشرين فان الخارج يكون عدد الدرجات المطلوبة وكذلك يبحث عن درجات ليل ذلك اليوم وتقسم الى أربعة وعشرين فيكون الخارج عدد درجات احدى ساعات الليل وأما الساعات المستوية فللمعرفة درجاتها يلاحظ كما ينظر ذلك في محله أن الشمس تقطع ثلاثمائة وستين درجة في كل دورة فينقسم هذا العدد الى أربعة وعشرين يكون الخارج خمس عشرة درجة وهو قيمة الساعة المسماة عند العرب بالساعة المستوية وهي المستعملة الى أيامنا في آلات الساعات التي بين أيدي الناس

والساعات الزمانية المرسومة على صفائح الاسطرلاب تسمى بالساعات الزمانية البلدية لانها ترسم على كل صفحة بالنسبة الى بلد معين وكيفية رسم خطوطها أن تقسم المدارات الثلاثة المرسومة تحت الافق شكل (٧٠) الى اثني عشر قسما أقساما متساوية وذلك بالابتداء من دائرة الافق المذكور ثم من كل ثلاث نقط مشعرة لساعة واحدة ترسم أقواس دوائر تكون هي خطوط الساعات المطلوبة ثم يوضع عليها أرقام من الحروف الابجدية

(في رسم الصفحة الآفاقية)

(١٣٦) حيث ان ألواح المقنطرات اذا رسمت لعرض لا يمكن استعمالها لسائر العروض واذا اريد اصطناع ألواح لجميع الجهات المسكونة يزيد حجم الاسطرلاب وثقله فلذلك ترسم بعض مقنطرات لبعض عروض معينة وتصنع معها صفحة تسمى بالصفحة الآفاقية يمكن استعمالها في سائر الجهات ولا يرسم على هذه الصفحة المقنطرات ولا السموت بل يكتفى برسم المدارات الثلاثة والقطرين المتعامدين اللذين عليهما خط وسط السماء ووتر الأرض وخط المشرق والمغرب شكل (٧١) ثم يرسم في كل ربع جولة أنصاف آفاق أعني الآفاق الشرقية ويكتب على كل منها العرض المقابل له

ولزيادة السهولة والايضاح ترسم الآفاق المذكورة في كل ربع على أبعاد متساوية

لأربع درجات ولاجل ذلك يؤخذ قوس على مدار الجدى في الربع الاول على بعد ٣٠ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق بالقواعد التي سبق ذكرها آنفا فيما يتعلق برسم المقنطرات ثم يؤخذ قوس في الربع الثاني على بعد ٣١ من خط وسط السماء ويرسم افق آخر ثم يؤخذ قوس في الربع الثالث على بعد ٣٢ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق ثالث ثم يؤخذ قوس في الربع الرابع على بعد ٣٣ من خط الارض ويرسم افق رابع ثم يؤخذ قوس في الربع الاول على بعد ٣٤ من خط المشرق والمغرب ويرسم افق خامس فيكون بعده عن الافق الاول أربع درجات وهلم جرا فهذه الطريقة يمكن رسم عدة آفاق في كل ربع منفصلة بعضها عن بعض بقدر أربع درجات ولعدم اختلاط الرسم يكتفى عادة برسم سبعة آفاق في كل ربع فيكون المجموع ثمانية وعشرين افقا وبعد ذلك توضع أرقام العروض على النسق المذكور وعند استعمال أى أفق كان توضع الصفحة بحيث ان نصف قطر الدائرة التي تقطعه يفرض خط المشرق

وحيث ان هذه الدوائر عبارة عن المقنطرات البعيدة عن سموت رؤسها بتسعين درجة يمكن رسمها بالطرق الحساية التي تقدم ذكرها فيما يتعلق برسم المقنطرات (في رسم الصفحة الموضعية)

(١٣٧) ان الموسيو وويكه وضع رسالة على اسطرلاب وجدده بكتابة برلين وفيه صفحة سماها بالصفحة الموضعية وهي كسائر ألواح المقنطرات عبارة عن تسطيح الكرة على مستوى معادل النهار الا أن الدوائر المسقطه هي الدوائر العظمى المارة بقطبي السطح الرأسى الاول للبلد أى دائرة مبدا سموته

ومن المعلوم ان السطح الرأسى الاول المذكور عبارة عن سطح الدائرة المارة بسمت الرأس وسمت الذنم وبنقطتي الاعتمادين المفروضتين على الافق أعنى أول دائرة ممسية عمودية على سطح نصف النهار وقطباها هما نقطتا تلاقي خط نصف النهار بدائرة الافق فمن حيث ان دائرة نصف النهار ودائرة الافق تمران بالقطبين المذكورين فهما انن من ضمن الدوائر العظمى التي يلزم احاطتها وهما يقسمان الكرة الى أربعة أقسام متساوية كما لا يخفى

وكانت علماء العرب تقسم كل قسم من هذه الاقسام الاربعه الى ثلاثة أقسام متساوية وذلك برسم اثنتى عشرة دائرة عظمى مارة بقطبي السطح الرأسى الاول

المذكور محصور بين كل اثنتين منها ثلاثون درجة وذلك بالابتداء من سطح دائرة الافق
فتنقسم الكرة السماوية الى اثني عشرة خانة متساوية سماها المنجمون بالبيوت
الاثني عشر

ويرى في بعض الصنائج دوائر أخرى مرسومة في هذه الخانات يبعد بعضها عن بعض
بقدر خمس درجات أو عشر

ولاجل رسم جميع الدوائر المذكورة يبدأ برسم المدارات الثلاثة ثم تتبع القواعد التي
تقدمت فيما يتعلق بدوائر السموت فيقال ليكن مثلاً (و و) شكل (٧٢) القطب
الشمال والقطب الجنوبي و (ب ح) السطح الرأسى الاول للبلد و (د و هـ) قطبيه
فيكون (د هـ) هو الافق فاذا نظرنا من نقطة (و) الى النقطة (د) ثم الى النقطة
(هـ) نجد منظرى هاتين النقطتين في (م و م) وبتنصيف البعد بينهما وبرسم الدائرة
(م م) يحدث منظر دائرة الافق ثم نقسم بعد ذلك محيط تلك الدائرة الى اقسام مساوية
لضعف الزوايا المشروضة بين الدوائر العظمى المطلوب رسم مناظرها ونصل من نقط التقاسيم
الى المركز (م) بخطوط مستقيمة تلاقى خط (ع ك) في جملة نقط فنجعل كلا منها
مركزاً ونرسم أقواس دوائر بانصاف أقطار مساوية للابعاد التي بينها وبين النقطة (م)
فتكون هذه الاقواس هي المناظر المطلوبة وقد ميزنا في الشكل حدود البيوت الاثني
عشر عن سائر الاقواس برسم الاول بخطوط غليظة ورسمنا الاقواس الاخرى على بعد
خمس وعشرين درجة هذا وقد لا يرى في بعض الصنائج الا اجزاء هذه الاقواس
المحصورة بين المدارين فقط وفي أخرى ترى مرسومة بتمامها على سطح الصفحة

وقد ذكر أبو الحسن في كتابه صفحة اسمها صفحة التفسير مرسوماً عليها دوائر عظمى
مارة بقطبي السطح الرأسى الاول وبكل درجة من درجات معدل النهار ولم يعلم لاي
شيء كانت تستعمل ولكن بمقارنتها بالصفحة الموضعية السالف ذكرها يرى أنها تختلف
عنها اختلافاً يسيراً فلذلك تظن انها نوع مخصوص من الصفحة الموضعية وكان بعض
المنجمين يستعملونها فيما يحتص بالبيوت الاثني عشر كما ان البعض الآخر كانوا
يستعملون الصفحة الموضعية المذكورة

وأما كيفية رسمها فهي ان مراكز مناظر الدوائر المتقدم ذكرها موجودة على الخط
(ع ك) شكل (٧٢) وهذه المناظر تقسم خط الاستواء الى اثني عشر قسماً أقساماً

متساوية وتربنقطى (م و م) وحينئذ يكفي ان نقسم مدار رأس الحمل والميزان أى منظر دائرة معدل النهار الى اثني عشر قسما أقساما متساوية ونرسم قوسا مارا بكل نقطة من نقط التقاسيم وبالنقطتين (م و م) فنحدث الاقواس التى ترسم على صفحة التفسير هذا ولك برهان على ان الرسم صحيح فى كون مركز كل قوس من الاقواس المارة بالنقط الثلاث (م و م) واحدى نقط التقاسيم موجودا على خط (هـ هـ)

(فى كيفية رسم العنكبوتية)

(١٣٨) العنكبوتية كما تبين فى المادة (١٣٣) تتركب من جزأين احدهما مايسمى شطبا الكواكب وهى قطع تبين مواضع بعض الكواكب الثابتة وثانيهما منظر دائرة البروج وبعبارة أدق العنكبوتية خريطة منظرية للكرة السماوية مرسومة على سطح معدل النهار يفرض نقطة البصر عند القطب الجنوبي

ولرسم منظر دائرة البروج تتبع نفس القواعد التى تقدم ذكرها فنرسم أولا المدارات الثلاثة شكل (٧٣) على الوجه المبين فى القسم الاول فى المادة (١٣٥) ثم نرسم دائرة البروج (د هـ) الصانعة مع خط الاستواء زاوية تساوى ثلاثا وعشرين درجة وثمانيًا وعشرين دقيقة وثلاثين ثانية ولأجل ذلك يكفي أن يكون محور الدائرة المذكورة وهو (م م) مائلا على محور العالم (و و) بهذا المقدار ثم نفرض بعد ذلك نقطة البصر فى القطب الجنوبي (و) وينظر منها الى نقطتي دائرة البروج (د و هـ) ويعين مناظرهما (د و هـ) ثم من نقطة (ع) وهى منتصف البعد (د هـ) وينصف قطر يساوى (ع د) نرسم الدائرة (د و هـ) فتكون هى منظر دائرة البروج المطلوب ويمكن تعيينه بطريق الحساب أيضا كما ذكر فى محله

هذا ويتحقق من صحة الرسم بكون الدائرة المذكورة لابد أن تربنقطى الاعتدالين (و و) ونفس مدارى الجدى والسرطان فى (د) و (هـ) ولأجل تعيين درجات البروج يلزم رسم مناظر دوائر الاطوال التى على الكرة السماوية فنقط تقاطعها بمنظر دائرة البروج تكون هى الدرجات المذكورة

(فى تعيين الدرجات بواسطة دوائر الاطوال)

دوائر الاطوال هى الدوائر العظمى التى تمر بمحور دائرة البروج ومبدؤها الدائرة المارة بنقطتي الاعتدالين فلنفرض المبدأ المذكور فى (م م) شكل (٧٣) فإذا أردنا إيجاد

متطوره نرسم الخطين الشعاعيين (م م) و (م م) ونعدهما الى ان يلاقيا الخط (م ل) ومن نصف هذا الخط وبالبعد (ل م) نرسم الدائرة الكبيرة المرسومة في الشكل وهي بالضرورة تمر بنقطتي (م م) و (م م) ويكون ذلك امتحانا للمهارة الرسم وليلاحظ ان نقطة (م م) تقرب جدا من نقطة (م م) وبسبب ذلك لابد أن يقع خطأ في رسم الخط الواصل بين هاتين النقطتين ولهذا رأينا ان نذكر طريقة أخرى لاجل تعيين مركز الدائرة (ل) فنقول ان هذه الدائرة تمر بالنقط الثلاث (م م و م و م) وبواسطتها يمكن تعيين المركز المذكور بالطريقة المشهورة في الهندسة العادية وهناك طريقة أخرى وهي ان يرسم المنظر المطلوب بالطريقة الحسابية التي تقدم ذكرها في القسم الثالث في المادة (١٣٥) فيما يختص برسم منظر دائرة مبسدا السموت وبعد تعيين المركز (ل) يرسم منه الخط (ك ك) عموديا على خط (د ل) ويقسم محيط الدائرة المذكورة الى اقسام مساوية لضعف الزاوية المنروضة وجودها بين دوائر الاطوال ثم توصل نقطة التقاسيم الى المركز (م) بخطوط مستقيمة وتعين نقط تلاقيها بالخط (ك ك) مثل (ح و ح) فتكون هذه النقط مراكز دوائر الطول ثم يوضع طرف أحد ساقى البركار على كل واحد من هذه المراكز وطرف الساق الاخر على نقطة (م) ويحرك هذا الساق الى ان يمر طرفه بمحيط منظر دائرة البروج في نقط يصير تعيينها وتكون هي الدرجات المطلوبة ويمكن أيضا رسم دائرة أخرى موازية لدائرة البروج كما ترى في الشكل وتعين الاقواس الصغيرة التي بين المحيطين فتدل على الدرجات بدلا من النقط المذكورة

وقد قسمنا الدائرة الكبيرة التي في شكلنا الى ستة اقسام مساوية فتكون المراكز التي تعينت على الخط (ك ك) هي مراكز مناظر دوائر الطول التي على الكرة السماوية الحاضرة فيما بين كل اثنين منها ثلاثين درجة وهذه المناظر تعين على دائرة البروج الاثني عشر برجا فيلزم كتابة اسم كل برج في محله ولو كنا قسمنا محيط الدائرة الكبيرة الى اقسام مساوية لدرجتين فقط بدلا من ست درجات لوجدنا مراكز الدوائر التي تقسم محيط دائرة البروج الى ثلثمائة وستين قسما كل قسم يساوي درجة واحدة

هذا ويستحسن تعيين المراكز التي على خط (ك ك) بالطريقة الحسابية المذكورة في القسم الثالث في المادة (١٣٥) اذ تكون نتيجة العمل أقرب من العصة

وإذا كانت مطالع الدرجات معلومة يمكن رسمها بالمنقلة على قوس معدّل النهار بالابتداء من مبدأ المطالع وهو أول الحمل ثم يوصل منها إلى المركز (ن) بخطوط مستقيمة وتعد على استقامتها إلى أن تلاقى منظر دائرة البروج في نقط ~~تكون~~ هي نقط الدرجات المطلوبة

فإذا علمت مطالع 180° يوصل من النقط التي تتعين على نصف معدّل النهار إلى المركز (ن) بخطوط مستقيمة فتحدد الدرجات التي على نصف دائرة البروج ثم بتحديد تلك الخطوط تتعين الدرجات الأخرى ويتم حينئذ تعيين جميع درجات دائرة البروج ولا يخفى أن الخطوط المذكورة إنما هي عبارة عن مناظر دوائر الميل

(تبينه) * سيتفتح في الفصل الثاني أن الآلة المسماة بربع المقنطرات ترسم عليها دائرة البروج على هيئة نصف دائرة والنصف الآخر على هيئة منحن منكسر وقد رأينا من المناسب أن نشرح ذلك هنا فنقول

لنفرض قطر دائرة البروج (د هـ) شكل (٧٣) ثابتاً ونحرك حوله نصف الدائرة (د و هـ) بقدر مائة وثمانين درجة فالنصف المذكور ينطبق ضرورة بالضبط على النصف الآخر (د و هـ) فيقع برج القوس على برج الجدي والعقرب على الدلو والميزان على الحوت والسنبلة على الحمل والاسد على الثور والسرطان على الجوزاء بحيث أن ابتداء كل برج ينطبق على انتهاء البرج الواقع عليه وتحتسب الدرجات حينئذ طرداً وعكساً ثم إذا فرضنا الخط (و ن) ثابتاً ودورنا حوله الشكل (و هـ و ن) بقدر مائة وثمانين درجة أيضاً فإنه يأخذ الموضع (و ط و ن) ويقع القوس (هـ و ن) في (ط و ن) ويمكن حينئذ بيان جميع درجات دائرة البروج على المنحنى المنكسر (ط و ن د)

وكيفية إجراء التدوير الثاني المذكور أن نأخذ البعد (و ع) مساوياً للبعد (ع و) بفرض (ع) مركز دائرة البروج ثم نجعل نقطة (ع) مركزاً ونرسم القوس (و ط) بنصف قطر يساوي (ع و) فيكون هو موضع القوس (هـ و ن) بعد تدويره حول (و ن) ويرى بسهولة أن ذلك القوس يحس مدار السرطان في نقطة (ط) فإذا أريد تعيين درجات البروج التي على هذا القوس نقول أن (د و ن) يحتوي على درجات ستة بروج منطبق بعضها على بعض اثنين اثنين أي على درجات ثلاثة بروج فإذا وصلنا هذه الدرجات إلى المركز (ن) بخطوط الوصل تقطع القوس (ط و ن)

على درجات البروج المفروضة على نفس هذا القوس وهي ستة أيضا منطبقه اثني
اثني بعضها على بعض

(في كيفية رسم شطايا الكواكب)

من المعلوم أنه إذا أريد نقل نقطة من الفراغ على خريطة يكنى ان يفرض خطان
متقاطعان في تلك النقطة ثم يرسم هذان الخطان على الخريطة فنقطة تقاطعهما تكون
هي موضع النقطة على الخريطة وبهذه الطريقة يمكن رسم الكواكب على أية سطح
مفروض ولهذا يكنى معرفة عروضها وأطوالها أما العرض فيصوب كما لا يخفى على
الدائرة المارة بالكوكب موازية لدائرة البروج والطول يحسب على الدائرة العظمى
المارة بالكوكب ويقطبي الدائرة المذكورة وهاتان الدائرتان تتقاطعان في محل الكوكب
فلنقل كوكب على خريطة يكنى اذن ان نرسم منطري هاتين الدائرتين على تلك الخريطة
بالطرق المتقدمة فتكون نقطة تقاطعهما هي الموضع المطلوب فالتا متى علمنا مقدار
عرض الكوكب المفروض شماليا كان أو جنوبيا نرسم دائرة العرض المقابلة لذلك
المقدار بحيث انها تكون موازية لدائرة البروج (د هـ) شكل (٧٣) ثم نعين منظرها
بالنسبة الى نقطة البصر (و) وكذلك بفرض معرفة مقدار طول الكوكب المذكور
فانا نجد مركز دائرة الطول المقابل له على خط (ك كـ) المحتوى على مراكز جميع
دوائر الطول مع ملاحظة أنه ان كان الطول المفروض تسعين درجة أو أقل فمركز
دائرته يوجد على (ل ك) وان كان أعظم من تسعين درجة وأقل من مائة وثمانين
درجة يوجد المركز على (ل كـ) وان كان أعظم من مائة وثمانين درجة وأقل من
مائتين وسبعين يكون على (ل ك) واذا كان أعظم من مائتين وسبعين الى ثلثمائة
وستين يكون على (ل كـ)

والحاصل انه متى علم طول الكوكب يؤخذ على محيط الدائرة (ل) بالابتداء من
طرف نصف القطر (ل ص) قوس على يمين الطرف المذكور مساو لذلك الطول
ويوصل من طرف هذا القوس الى نقطة (م) بخط مستقيم فيقطع الخط (ك كـ)
في نقطة تكون هي مركز منظر دائرة الطول المطلوبة أما منظر دائرة العرض
فترسمها بالطريقة التي استعملناها لرسم مناظر المنتطرات ونعين بعد ذلك نقطة تقاطع
منظر دائرة العرض هذه ومنظر دائرة الطول وتكون هي شطية الكوكب المبحوث
عنها

فبعد رسم دائرة البروج وشظايا الكواكب التي تسمى أيضا مري الكواكب على صفحة الاسطرلاب بالطرق المتقدمة يلزم اخلاء اجزاء الصفحة التي لم يقع عليها رسوم مع ابقاء خوارج دقيقة تدل أطرافها على شظايا الكواكب وجميع هذه الاجزاء تكون مرتبطة بعضها ببعض فتسمى حينئذ بالعنكبوتة أو الشبكة

هذا ويعلم من جميع ما تقدم ان الرسوم التي يلزم عملها على صفحات الاسطرلاب عبارة عن تسطيح نصف الكرة على سطح معتدل النهار ولكن من حيث ان مدارى الانقلابين ومعتدل النهار تمر بنصف الكرة الاخر فانه يمكن رسم بعض الكواكب التي في المناطق التي تعينها الدوائر المذكورة في النصف المذكور

مثلا عند ما تسطح قطعة الكرة التي على شمال مدار الجدى يمكن رسم الكواكب التي ميولها الجنوبية تكون مساوية لميل الشمس الاعظم

ومن حيث ان الكواكب كثيرة العدد في كل قطعة من الكرة السماوية ولا فائدة في تعيينها كلها فضلا عن عدم امكان ذلك فيتعين انتخاب ما يسهل معرفته منها ويمكن استعماله وقت الحاجة ولا سيما في السياحات البحرية وقد حصر علماء العرب تلك الكواكب في عشرين أو أربعين كوكبا من القدر الاول والثاني ورسموها على الاسطرلاب مع اسم كل منها

ودونك جدولاً يحتوي على أسماء الكواكب المرسومة على عنكبوتة الاسطرلاب المحفوظ بكتبخانة برلين الذي شرحه وويكه في رسالة الماتية العبارة



١	بطن قيطوس	♄	Ceti.
٢	رأس الغول	♁	Persei.
٣	العبيق	♈	Aurigæ.
٤	الدبران (وهو عين الثور)	♉	Tauri.
٥	رجل الجوزا	♊	Orionis.
٦	منكب الجوزا	♋	Orionis.
٧	الشعرى العبور	♌	Canis majoris.
٨	الشعرى الخيما	♍	Canis minoris.
٩	يد الدب	♎	Ursæ majoris.
١٠	مقدم الذراعين	♏	Cancri.
١١	النيرمن كواكب الشجاع	♐	Hydræ.
١٢	قلب الاسد	♑	Leonis.
١٣	ركبة الدب	♒	Ursæ majoris.
١٤	جناح الغراب	♓	Corvi.
١٥	السماك الاعزل	♈	Virginis.
١٦	نفس	♎	Ursæ majoris.
١٧	السماك الرابع	♏	Bootis.
١٨	عنق الحية	♐	Serpentis.
١٩	قلب العقرب	♑	Scorpiis.
٢٠	النيرمن الفك	♒	Coronæ.
٢١	رأس الحوا	♓	Ophiuchi.
٢٢	النسر الواقع	♈	Lyræ.
٢٣	النسر الطائر	♉	Aquilæ.
٢٤	ذنب الدلفين	♊	Delphini.
٢٥	الردف	♋	Cygni.
٢٦	ذنب الجدى	♌	Capricorni.
٢٧	منكب القوس	♍	Pegasi.
٢٨	الكف (الخضيب)	♎	Cassiopejæ.
٢٩	ذنب قيطوس (الشمالى)	♏	Ceti.

أما الاسطرلاب المحفوظ بالكتبخانة السلطانية في مهندضة دار السعادة صناعة محمد ابن فتوح في سنة ستمائة وثلاث عشرة وهو الذي يناء في نمرة ٦٤ و ٦٥ و ٦٦ من أشكالتنا فنسبته مرسوم عليها شطايا أربعة وعشرين كوكبا وأسمائها مكتوبة باللغة اللاتينية

(في رسم خطوط مغيب الشفق والفجر على ألواح المقنطرات)

(١٣٩) يدخل وقت صلاة المغرب عند الأئمة الأربعة رحمهم الله حينما تكون الشمس تحت الأفق بعد غروبها بدرجة واحدة ويعلم ذلك بطلوع ظلة الليل في جهة الشرق أما العشاء فعند الامامين يدخل وقتها بمغيب الشفق الاحمر الذي يعقب غروب الشمس وعند الامام الاعظم بمغيب الشفق الابيض الذي يلي الشفق الاحمر والفجر هو وقت ابتداء النهار ويدل على انقضاء الليل وحيث ان تعيين هذه الاوقات من أمور الدين المهمة فلتبين آراء علماء الاسلام المتقدمين بالنسبة للخطوط المبينة لهذه الاوقات فنقول

اتاقد اطلعنا على كتابين في هذا الموضوع أحدهما كتاب جامع المبادئ والغايات لأبي الحسن على الذي ترجمه (الموسيو سه ديبلو) الى اللغة الفرنسية والآخر رسالة على الدر المنثور (١) تأليف سه ديبلون المترجم المذكور قال أبو الحسن مامعناه «ر الشفق عند الامام مالك والامام الشافعي هو الاحرار الذي يبق جهة الغرب بعد غروب الشمس والفجر هو البياض الذي يظهر قبل شروق الشمس في جهة الافق الشرقية وهذان اللونان ناشتان عن انعكاس أشعة الشمس على الكرة الارضية

«وفي بعض جهات الكرة الارضية يبق الاحرار المذكور ظاهرا مدة الليل ولكنه

(١) هو الدر المنثور في العمل بربع السنور أمه الامام العالم العلامة أبو عبد الرحمن عبد الله المارديني الشافعي بناء على المراسل صاحب دواوين الانشاء بالله بارالمصريه ابن اليمن فتاح الدين وقد شرحه الامام العالم العلامة شهاب الدين أحمد بن رحمة طبعا المجلد الشافعي في كتاب يحتوي على ثلثمائة صحيفة واثنتين وهو عربي العبارة وقال سه ديبلو في رسالته انه موجود في كتبخانة باريس نمرة ١١٠٣

وكان المارديني المشار اليه سبط اسمه محمد بن محمد بن أحمد وكان ميقاني الجامع الارمني في مصر في سنة ألف ومائة وخمسة وعشرين ألف كتابا عربييا في ربع السنور ولكن لا يعلم أهنا التاريخ هو تاريخ التأليف أم تاريخ النسخ فان كان تاريخ التأليف فتاريخ تأليف الدر المنثور يكون سنة ألف وخمسين تقريبا

غير ثابت في محل واحد فيرى منتقلا من الغرب الى الشرق وفي جهات اخرى يبنى
ظاهرا مدة جرة من الليل وتختلف هذه المدة بالنسبة الى انتقال الشمس على مداراتها
اليومية والى عروض البلاد

و اما تعلقها بانتقال الشمس فلان الشمس كلما قربت من خط الاستواء تنقص مدة
الشفق وكلما بعدت عنه وقربت من أحد الانقلابين تزيد المدة المذكورة وفي البلاد
التي عروضها شمالية اذا كانت الشمس على المدارات الشمالية تكون تلك المدة أعظم
عما تكون عندما توجد الشمس على المدارات الجنوبية وعكس ذلك يكون في البلاد
التي عروضها جنوبية

و أما تعلق مدة الشفق بعروض البلاد فلانها تكون قصيرة في البلاد التي عروضها
صغيرة وطويلة في البلاد التي عروضها عظيمة وأما البلاد التي عرضها صفروهي التي
على خط الاستواء فيث ان الشمس في يوم حركتها على معدل النهار تحتاج الى ساعة
وأربع دقائق لتغيب تحت الافق بقدر ١٦ فاقصر مدة الشفق على سطح الارض
تكون هنالك وتساوي حينئذ ساعة وأربع دقائق

و المدة التي بين طلوع الفجر وشرق الشمس هي أعظم من المدة التي بين غروبها
ومغيب الشفق لان احمرار الشفق يتبدى عند ما يكون بين الشمس والافق الشرقي قوس
من دائرة السميت يساوي ١٦ ولكن هذا الاحمرار لا يظهر الا بعد مغيب البياض الذي
يتقدمه وابتداء هذا البياض هو حين وجود الشمس بالقرب من الافق الشرقي المذكور
بقدر ٢٠ فهذا هو ابتداء الفجر (أي ذلك البياض)

وعلى ذلك اذا كان في بلد غاية ارتفاع درجة الشمس فيه (١) أقل من مقدار الشفق
المتقدم ذكره فلا يكون لشفق تلك الليلة انتهاء ولا يوجد اذن فجر واذا كان غاية
الارتفاع المذكور أقل من المقدار الذي وجد للفجر فلا يكون هنالك ابتداء فجر

وقال شارح الدر المنثور : و الشفق هو الاحرار الذي يبقى في جهة الافق الغربية
بعد غروب الشمس والفجر هو البياض الذي يظهر في آخر الليل في جهة الشرق
وهاتان الظاهرتان السماويتان ناشتتان عن دخول أشعة الشمس في الابخرة التي
تصعد من سطح الارض وقد اختلفت العلماء في تعيين مدة كل منهما

(١) الفصل درجة الشمس هو درجة أحد البروج التي تكون عليها الشمس

» فقال المتقدمون يغيب الشفق متى كانت الشمس تحت الافق الغربي بقدر ثمان عشرة درجة ويحسب هذا البعد على الدائرة المارة بالشمس وبقطبي دائرة الافق ويتم الليل فيبتدئ الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرق بقدر ثمان عشرة درجة أيضا وأما المتأخرون فقد اختلفت آراؤهم

» فقال أبو الحسن على المراكشي ومن تابعه كابن سميون والمزى وغيرهما يغيب الشفق متى كانت الشمس تحت الافق الغربي بقدر ست عشرة درجة ويبتدئ الفجر حينما تكون الشمس تحت الافق الشرق بقدر عشرين درجة

» وقال الشيخ الامام الفاضل علاء الدين الشهير بابن الشاطر ومن تبعه كالنصير الطوسي والمؤيد العسري وابن ريمحان البروني وابن الوفا البيروني وغيرهم من أئمة الرصد والهيئة ان وقت أكثر اللمعان (٢) يكون عند ما تكون الشمس في ١٨° ووقت أقل اللمعان (٣) يكون عند ما تكون الشمس في ٢٠° وفي الحقيقة يختلف ذلك بالنسبة لعرض المحل وصفاء الهواء وكدورته وكثرة الابخرة وقلتها ووجود القمر وعدم وجوده وضعف بصر الراصد وشدة

» فعلى مذهب المؤسسين لحقائق هذا العلم كالعلماء المتقدم ذكرهم والشيخ شمس الدين بن العتروبي وابن الطاهر يكون مغيب الشفق في ١٨° وظهور الفجر في ١٩° هـ

وقد اطلعنا في بعض الكتب الافرنجية على ان الحازن (٤) استنتج من انكسار الضوء بفرض ظهور الفجر في ١٩° ان ارتفاع الهواء المحيط بالكرة الارضية يعادل اثنين وخمسين ألف قدم

وما تقدم هو رأى المتقدمين في الشفق والفجر وعند بعض أهل هذا العصر ان الشفق يدوم الى الدرجة الثامنة عشرة ولذلك قلنا في رسم البسائط ان الشفق ينتهي حينما تكون الشمس تحت الافق بثمان عشرة درجة فيدخل اذ ذلك وقت صلاة العشاء

(٢) و يقال له وقت الاسعار

(٣) و يقال له وقت العلى

(٤) الحازن المذكور هو أبو علي المحسن بن الحسين ولد في مصر وبعدها كان داجاه واعضاء من مدينة مصر مات بمصر سنة ٤٣٢ هجرية وله كتاب في الضوء أوضح فيه مسائل الانكسار بأكل ابصاح

ويعلم مما تقدم ان تعيين مدة الشفق مفيد في معرفة وقت صلاة العشاء وهذه الفائدة لا توجد اليوم في تعيين وقت الفجر نعم ان علماء الاسلام كانوا الى القرن السابع أو الثامن من الهجرة النبوية يرسمون على آلاتهم الرصدية كالاسطرلاب وغيره خطوط الفجر وألغوا في ذلك كتباً ورسائل عديدة ولكن كان ذلك مبنياً على اعتبارهم وقت الامساك عند ابتداء الفجر ولهذا لم يرسموا على آلاتهم خطوطاً آخر للامساك

ولاشك انهم كانوا مصيبين في هذا الاعتبار كما يظهر من نص الآية الشريفة (وكلوا واشربوا حتى يتبين لكم الخيط الابيض من الخيط الاسود من الفجر) حيث حدد وقت تناول تمييز الخيط الابيض من الخيط الاسود وظاهره انه ليس المقصد من ذلك وقت الامساك بل وقت الفجر أى وقت ظهور أول بياض يعتب ختام الليل وبعبارة أخرى المقصد منها صيرورة خط تلاقي الافق الشرقى بسطح السماء أبيض بسبب ظهور الفجر بعد ما كان اسود بسبب ظلام الليل ولكن جرت العادة عند المتأخرين ان يعتبروا وقت الامساك عند ما تكون الشمس تحت الافق الشرقى بقدر احدى وعشرين درجة ونصف درجة محسوبة على محيط دائرة سمت الحمل أى دائرة ارتفاعه وحيث ان الفجر يتبدى في تسع عشرة درجة يكون وقت الامساك متقدماً عند المتأخرين على وقت الفجر بدرجتين ونصف درجة أى بقدر اثنتى عشرة أو ثلاث عشرة دقيقة زمنية تقريباً وتسمى في اصطلاحهم بالنمكين والمقصود منها زيادة الاحتياط في ضبط وقت الامساك فلهذا السبب متى رسم خط الامساك على الآلات الرصدية لا يحتاج الامر الى رسم خط الفجر عليها وقد جرينا على ذلك في بسيطة اليد المتقدم ذكرها حيث رسمنا خط الامساك تحت الافق بقدر احدى وعشرين درجة ونصف درجة ولم نرسم للفجر خطاً مخصوصاً بل اكتفينا بتسمية خط الشفق المرسوم تحت الافق بقدر ثمان عشرة درجة خط الفجر وصلاة العشاء

واذا أراد مرید رسم خط الفجر على الاسطرلاب ولم يكتف برسم خط الشفق فالامر سهل لانه مهما كان المدار اليومي الذي تكون فيه الشمس فانا اذا رسمنا تحت الافق بقدر سبع عشرة درجة دائرة موازية له فعند وصول الشمس الى هذه الدائرة بعد الغروب يدخل وقت ختام الشفق واذا رسمنا دائرة أخرى على بعد ١٩° من الافق فعند وصول الشمس اليها قبل الشروق يدخل وقت ابتداء الفجر ولرسم الخطين المذكورين يكفي فيه تطبيق الطريقة المذكورة في المادة (١٢٥) لرسمهما على المقنطرات بحيث

ان أحدهما يكون تحت الافق الغربي بقدر ١٧° والاخر تحت الافق الشرق بقدر ١٩°
ويمكن الاكتفاء عن رسميهما برسم قوسيهما المحصورين بين كل من مدار السرطان
ومدار الجدى

هذا ويمكن رسمهما من فوق الافق أيضا ولكن في هذه الحالة تتغير كيفية
استعمالهما

(في كيفية رسم خطوط العصر وآخر العصر والظهر)

(١٤٠) قد ذكرنا في الملة (١٣٠) خط العصر وخط آخر العصر المرسمين على
صفحة الاسطرلاب بين خطوط الساعات الزمانية البلدية ونقول الآن ان هذين
الخطين يبينان العصر الاول والعصر الثاني اللذين أسلفنا القول فيهما في الملة
(٨٩)

فاذا أريد رسمهما نقول ان لذلك طريقتين احدهما ان يحسب بعد الزوال
الساعات والدقائق التي يدخل فيها كل واحد من الوقتين المذكورين أى يعين فضل
الدائر لكل منهما والاخرى ان يبحث عن ارتفاع الشمس المقابل لكل من هذين
الوقتين

فبالطريقة الاولى المذكورة تحسب أوقات دخول العصر الاول في الايام التي تكون
فيها الشمس على مدار السرطان ومدار الجدى وخط الاستواء مثلا ثم تضرب هذه
الاقوات في ١٥ لتحويلها الى درجات قوسية فيؤخذ على مدار السرطان القوس
(ص س) شكل (٧٠) مساويا للكمية المقابلة له وعلى مدار الجدى القوس
(ن ن) مساويا للكمية المقابلة له وعلى مدار الحمل القوس (ع ط) مساويا للكمية
المقابلة له ثم توصل النقط (س ط ن) بخط منحن يكون هو قوس العصر الاول المطلوب
ويمكن أيضا رسمه في ربع الدائرة المقابل (ف ف) ولاجل ذلك نأخذ فيه الاقواس
(ص س) و (ن ن) و (ع ط) ونرسم المنحنى (ص ط ن) فيكون
هو الخط المطلوب ولزيادة الضبط في رسم هذا المنحنى يستحسن تعيين نقط أخرى سوى
النقط الثلاث (س ط ن) أو (س ط ن) ولاجل ذلك ترسم مدارات أخرى
كل مدارات المقابلة لاوائل البروج ويبحث عن وقت العصر في كل يوم من تلك الايام
ويجرى العمل كما ذكرنا فافرضنا مدار ابتداء برج الدلو أو القوس في (م م م)
مثلا نأخذ القوس (م م) مساويا للدرجات المقابلة لوقت العصر في ذلك اليوم

فتكون نقطة (م) من ضمن النقط التي يمر بها المصنى (س ط ٧) وقس على ذلك

ويمكن أيضا اجراء هذه العملية في الربع (٧ ف) لتعيين المصنى (س ط ٨) كما تقدم وينقص هذه الطريقة يمكن رسم قوس العصر الثاني (ف م ط ٩ س) أو (س ف)

وبالطريقة الثانية يبحث عن ارتفاع الشمس وقت أحد العصرين بالكيفية المشروحة في المادة (٨٩) ثم ترسم المدارات الثلاثة مع غيرها على سطح الصفحة ويؤخذ على كل مدار الارتفاع المقابل له فتحدد نقط عديدة يضم بعضها الى بعض بخط منحن فيكون هو قوس العصر المقروض وبالبحث عن الارتفاعات في وقت العصر الآخر يرسم قوسه بهذه الكيفية أيضا

هذا وأما وقت الظهر الشرعى فهو وقت مرور الشمس بخط الزوال ولكن رأينا ان الاسطرلابات التي صنعت قبل خمسمائة أو ستمائة سنة تحتوى على بخط مسعى بخط الظهر يوجد ما بين وتد الارض وخط العصر الاول مع انه كان يلزم وضع هذا الاسم على التود المذكور أو على خط وسط السماء كما يفهم ذلك من التعريف اذ لا يفهم لذلك الخط معنى سوى كونه يدل على ان المسافة التي بين وتد الارض وخط العصر الاول تخص كلاهما صلاة الظهر

(في أعداد الظل وقامة الظل)

(١٤١) ان العرب من قديم الزمان استعملوا الظل المنكوس والظل المبسوط وهما ما نسميهما اليوم بالماس وتمام الماس وأمكنهم بواسطتهما حل مسائل عديدة وقد أوردوا فيها تعريفات نفيسة وإيضاحات دقيقة لخصنا منها ما سنذكره وهو

انه لا يحدث ظل الا بوجود جسم فلوفرضنا شاخصا قائما على سطح مستو فهذا الشاخص يمنع وقوع أشعة الشمس على مقداره من ذلك السطح ويحدث حينئذ ظل يسمى اصطلاحا باسماء مختلفة تبعا لاختلاف وضع الجسم فان كان الشاخص عموديا على سطح الافق فظله عليه يسمى بالظل المبسوط (تمام الماس) وهو يزيد كلما نقص ارتفاع الشمس وينقص كلما زاد الارتفاع واذا وضع الشاخص عموديا على سطح عمودى على الافق فظل الشاخص على هذا السطح العمودى يسمى بالظل المنكوس (الماس) وطوله يزيد بزيادة ارتفاع الشمس وينقص بنقصان ارتفاعها

ومتى كانت درجة الشمس خسا وأربعين يكون كل من الظلين مساويا لطول الشاخص المقروض وأما اذا كانت في درجات اخرى فيختلف ~~شكل~~ واحد منهما عن طول الشاخص ولاستخراج طول الظل بواسطة الآلات فرضوا للشاخص طولاً معيناً سموه قامة الظل أو القامة المقروضة

وتقدير القامة المقروضة اما على نفس الآلة واما في ذهن الحساب وتنقسم الى اثني عشر قسمًا أقساماً متساوية يسمى كل قسم منها اصبعاً أو الى سبعة أوسنة أقسام وثلاث يسمى كل واحد منها قدماً أو الى ستين قصماً تسمى أجزاء وفي أكثر الآلات يوجد هذا التقسيم الى ستين هـ

ولنكتف بهذه الايضاحات ونبحث الآن عن كيفية رسم الظلال على أحد ارباع الاسطرلاب كما تقدم ذكره في المادة (١٣٤) فنقول

يمكن (م ع ٧) شكل (٧٤) ربعاً من الاسطرلاب ولنقسم محيطه (ع ن) الى ٩٠ ونصل الدرجة الخامسة والاربعين الى المركز (م) بالمستقيم (ل م) ثم نرمس المماس (ع ل) فيكون ل ع = ع م فاذا فرضنا انقسام القامة الى اثني عشر قسمًا أقساماً متساوية ووصلنا كل قسم منها الى المركز (م) بخطوط مستقيمة تلاقى المحيط في نقط نكتب على كل واحدة منها الرقم المقابل لها ويدل كل رقم على طول العمود أى الظل المنكوس المقابل لدرجة القوس التى في حذاء ذلك الرقم على فرض ان نصف القطر يساوى ١٢ كما تقدم ذكره واذا قسم كل قسم من تلك الاقسام الى خمسة أقسام متساوية تحدث الاجزاء ويكون نصف القطر مساويا لستين وكذلك العمود واذا اجريت هذه العمليات على النصف الآخر لمحيط الربع نجد الظل المبسوط

ويمكن أيضا اجراء هذه الرسوم على مربع حيثما اتفق مثل (س ص م) فيقسم كل من الضلع (س ص) والضلع (س م) الى اثني عشر قسمًا أقساماً متساوية ويكتب على نقط التقاسيم الحروف (أ ب ج د هـ و ز ح ط ي ك) فالضلع الاول بين الظل المنكوس والثانى الظل المبسوط وأعداد الظل المرسومة على الاسطرلاب تكون تارة على الهيئة الاولى أى على محيط الربع وتارة على الهيئة الثانية أى على ضلعى المربع وفى كلتا الحالتين يمكن بواسطتها تعيين مماس الزوايا من الصفر الى خمس واربعين درجة ونمام مماس الزوايا من خمس واربعين الى تسعين درجة

فاذا اريد معرفة مماس الارتفاع أى الزاوية الثلاثين نضع العضادة على طرف القوس

المقابل لتلاثين درجة بحسابه من النقطة (ع) نخط ترتيبها يقطع خط الظل المنكوس
أوقوسه على القسم سبعة الاشياء قليلا أى على العدد ٩٣ ر ٦ تقريبا ويكون ظل
التلاثين درجة المنكوس أى محاس $٣٠^\circ = ٩٣,٦$ وكذلك اذا اريد معرفة تمام
محاس القوس سبعين درجة نضع العضادة على طرف هذا القوس ويرى ان ظله
المبسوط أقل من أربع درجات ونصف ويكون تمام محاس $٧٠^\circ = ٣٧,٤$
تقريبا

حيث ان الظلال المذكورة حسبت بفرض ان القامة أى نصف القطر يعادل ١٢ فإذا
قسمت على هذا العدد ١٢ تكون قد نسبت الى نصف قطر يعادل واحدا وتحدث
الاعداد التى توجد عادة فى جداول المحاس وتمام المحاس

ويظهر مما تقدم انه لا يمكن بواسطة هذه الآلة استخراج الظل المنكوس للزوايا
الزائدة عن خمس وأربعين درجة ولا الظل المبسوط للزوايا التى تنقص عن خمس
وأربعين درجة مثلا اذا اريد معرفة الظل المبسوط للزاوية عشرين درجة أو الظل
المنكوس للزاوية سبعين درجة فلا يتيسر استخراجهما مباشرة بهذه الآلة ولكن
يمكن بالطريقة الآتية استخراجهما وهى الطريقة التى كانت تستعمل عند العرب
وهى

اذا اريد معرفة الظل المنكوس للزاوية المساوية لستين درجة مثلا يبحث أولا عن
ظلها المبسوط فيوجد كما هو ٣٧,٤ ثم يربع طول القامة ويقسم على العدد المذكور
٣٧,٤ فيكون الخارج هو الظل المنكوس المطلوب أى

$$\frac{١٢ \times ١٢}{٤٣٧} = ٣٢,٩٦ \text{ وهو الظل المنكوس}$$

وكذلك اذا اريد معرفة الظل المبسوط للزاوية المساوية لعشرين درجة مثلا يقال
حيث ان تمام العشرين درجة هو سبعون فظل السبعين درجة المنكوس يكون ظل
العشرين درجة المبسوط وهو المطلوب وعلى هذا المنوال يمكن استخراج ظلال الزوايا
التي يتعذر معرفتها مباشرة من الاسطرلاب

وبعكس ما تقدم اذا علم الظل يمكن معرفة الزاوية المقابلة له ولأجل ذلك نضع العضادة
على رقم الظل المفروض نخط ترتيبها بين الزاوية المطلوبة مثال ذلك اذا اريد معرفة
الزاوية التى ظلها المنكوس يساوى ٩٣ ر ٦ نضع العضادة على هذا العدد ويقرأ عدد
درجات الزاوية المطلوبة بالقرب من المرتى

وإذا زاد الظل المعلوم عن ١٢ يقسم مربع القامة وهو ١٤٤ على الظل المفروض
فإن كان هذا الظل مبسوطا يدل الخارج على الظل المنكوس وإن كان الظل المفروض
منكوسا دل الخارج على الظل المبسوط وحيث الخارج المذكور لابد أن يكون أقل
من ١٢ فالزاوية تستخرج بالعضادة كما تقدم مثاله
فلنا أنه إذا قسم مربع القامة على ظل زاوية يكون الخارج ظلها الآخر فلبرهنة
على ذلك يقال لنا في الشكل (٧٥)

$$\frac{7}{3} = 70^\circ \text{ تمام مماس}$$

$$\frac{4}{3} = 70^\circ \text{ و مماس}$$

$$\text{أو } 7 = 70^\circ \text{ مماس ب}$$

وبضرب طرفي الأولى في ب يكون

$$\frac{7 \times 7}{3} = 70^\circ \text{ تمام مماس ب}$$

وبتبديل د بمقدارها السابق يكون

$$\frac{7 \times 7}{70^\circ} = 70^\circ \text{ تمام مماس ب}$$

ومنها

$$\frac{7 \times 7}{70^\circ} = 70^\circ \text{ تمام مماس ب}$$

وهو ما أردنا إثباته

وحيث أن (ب د) هي القامة المفروضة وتعادل ١٢ فبتبديل (ب د) بهذا العدد
تصير المعادلة الأخيرة

$$\frac{7(12)}{70^\circ} = 70^\circ \text{ تمام مماس ب}$$

ولكن وجدنا بالاسطرلاب أن

$$12 \text{ تمام مماس } 70^\circ = 4,37$$

فلنا إذن

$$\frac{7(12)}{4,37} = 70^\circ \text{ تمام مماس ب}$$

وهو بمماس السبعين درجة مضروباً في ١٢ أى الظل المبسوط للزاوية المساوية لسبعين درجة المرسومة على آلة قامتها المفروضة تعادل ١٢ أعني

$$\text{ظل } (٧٠) \text{ المبسوط} = \frac{(١٢)}{٤,٣٧} = ٢٢,٩٦$$

وبعكس هذه المعادلات ترى صحة عملية استخراج الزاوية متى علم ظلها
(في العصر الآفاقي وكيفية رسمه)

(١٤٢) المراد من ذلك ان يرسم شكل على الآلات الرصدية لمعرفة درجة الارتفاع التي تكون عليها الشمس وقت دخول العصر بالنسبة لآلة أفق كان أى مهما كان عرض البلاد وقد قلنا في المادة (٨٩) ان العصر الاول يدخل متى صار ظل الجسم القائم مساوياً لظل وقت الزوال مضافاً إليه طول ذلك الجسم ويدخل العصر الثاني متى كان الظل المذكور مساوياً للظل الزوال مضافاً إليه ضعف طول الجسم المفروض وظل أى جسم وقت الزوال يتعلق بغاية ارتفاع الشمس وهي متغيرة في الأيام المختلفة وفي البلاد المختلفة كما لا يخفى ولكن من الواضح ان لغاية الارتفاع المذكور بالنسبة لجميع البلاد نهاية عظمى ونهاية صغرى فالنهاية العظمى هي ٩٠ درجة والنهاية الصغرى صفر والنهاية العظمى تكون في البلاد التي تصل الشمس الى سمت رأسها والنهاية الصغرى تكون في البلاد التي فيها الليل أربع وعشرون ساعة فأزيد لان الشمس هناك تكون على سطح الافق أو تحته في تلك المدة فغاية ارتفاعها يكون صفراً

وفي حالة ما تكون غاية ارتفاع الشمس مساوية لتسعين درجة فالظل الزوال يكون صفراً والعصر الاول يدخل في ذلك اليوم وقتما يكون ظل الجسم مساوياً لطوله وحيث انه لا يتيسر ذلك الا اذا كانت الشمس على ٤٥ فوقت العصر يكون منحصراً أيضاً بين نهايتين أعظمهما حينما تكون غاية ارتفاع الشمس ٤٥ وأصغرهما حينما تكون صفراً وما بين هاتين النهايتين يتغير الوقت المذكور تبعاً لتغير غاية ارتفاع الشمس فتكون غاية الارتفاع دالة ووقت العصر مدلولاً وحيث ان يمكن رسم العصر الآفاقي على آلة رصدية لانا لو فرضنا غاية الارتفاع مساوية للزاوية (ه ب ح) شكل (٧٦) ولترمز لهما بالحرف (غا) وفرضنا الشاخص القائم (ه ح) مساوياً للواحد يكون

تمام مماس (غا) = ح

واذن الظل المقابل للعصر الاول = ح + ح = ح + ح = م + ح = ١ + ح
 أى ان الزاوية (ه م ح) تدل على ارتفاع الشمس وقت العصر الاول وترمز لها
 بالحرف (ع) فلنا

تمام مماس (ع) = ح + ١

تمام مماس (ع) = تمام مماس (غا) + ١

تمام مماس (غا) = تمام مماس (ع) - ١

وهذه المعادلة الاخيرة تدل على الارتباط الذى بين الكميتين (غا) و (ع) فاذا بدلنا
 فيها (ع) وهى الارتفاع المقابل للعصر بالمقادير التى بين درجة واحدة وخمس وأربعين
 درجة يمكن استخراج مقادير غاية الارتفاع (غا) المقابلة لتلك المقادير
 (مثال ذلك)

لنفرض ان (ع) = 37° أى ان ارتفاع الشمس يعادل سبعا وثلاثين درجة وهو
 وقت دخول العصر ولنبحث عن غاية ارتفاعها فى ذلك اليوم فنقول

$$\text{لونا تمام مماس } 37^{\circ} = 0.1228856$$

$$\text{فعدده} = 0.32709$$

$$1 -$$

$$(\text{تمام مماس ع}) - 1 = 0.32709 = \text{تمام مماس (غا)}$$

$$\text{لونا } 0.32709 = 1.0146673$$

$$10$$

$$\text{لونا تمام مماس (غا)} = 9.0146673$$

وقوسه = $54^{\circ} 71'$ وهو غاية الارتفاع فى اليوم المفروض

كما اتنا حللنا هذه المعادلة بواسطة الجداول اللوغارتمية فاذا وجد جدول بين مماس
 الزوايا وتمام مماسها على فرض ان نصف القطر يساوى واحدا يمكن استعماله بسهولة
 العمل فانا نجد

$$\text{تمام مماس } 37^{\circ} = 0.327$$

$$1 -$$

(تمام مماس ٣٧) - ١ = ٠,٣٢٧ = تمام مماس (غا)

وقوسه = ٧١ ٥٤ وهو غاية الارتفاع المطلوبة

ويمكن اجراء هذه العملية بواسطة الاعداد الظلية المكتوبة على الاسطرلاب أيضا ولكن حيث ان القائمة المفروضة تعادل ١٢ فيلزم تبديل الكمية (تمام مماس ع - ١) بهذه (تمام مماس ع - ١٢)

وقد طبقنا الطريقة المتقدم ذكرها لحساب العصر الاول الاتفاقي والعصر الثاني وحررنا لهما جدول (١٩) و (٢٠) الموجددين في آخر الكتاب وأما الشكل الذي يمكن رسمه على الاسطرلاب فطريقه أن يرسم قوسان على حرف أحد ارباع الاسطرلاب (شكل ٧٧) ثم يقسم أحدهما الى تسعين درجة ويبحث في الجدول الذي في آخر الكتاب عن ارتفاعات الشمس المقابلة لتلك التقاسيم وتكتب أرقامها من الصفرة الى ٥٤ على القوس الآخر وكذلك اذا رسم قوسان آخران للعصر الثاني كما ترى في الشكل ووضع على أحدهما عدد الدرجات وعلى الآخر عدد الارتفاعات المينة في الجدول يتم المرغوب

ومن ذلك يعلم اننا اذا أردنا أن نعرف عند أي درجة يدخل وقت العصر الاول أو الثاني بالنسبة لأي عرض وفي أي يوم يلزم البحث أولا عن غاية ارتفاع الشمس في ذلك اليوم ثم نضع العضادة على العدد المذكور نخط ترتيبها يلاقي كلام خط العصر الاول وخط العصر الثاني في نقطتين تدلان على ارتفاع الشمس المقابل لكل منهما وأما كيفية معرفة غاية الارتفاع فتتعلق بمعرفة ميل الشمس وعرض البلد وقد ذكرنا في عدة محلات من هذا الكتاب ما يختص بتعيين العرض فلا حاجة للتكرار هنا ولتسكلم الآن على كيفية تعيين ميل الشمس

(في ميل الشمس)

(١٤٣) لا يخفى ان ميل الشمس في أول برج الحمل يكون في نهايته الصغرى ويعادل صفرا وفي أول برج السرطان يكون في نهايته العظمى ويعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة وكان بعض علماء العرب يرسمون في أحد الارباع التي على ظهر الاسطرلاب شكلا يعرف منه ميل الشمس في أي يوم كان وطريق ذلك ان يقسم محيط الربع المذكور الى ثلاثة أقسام في كل قسم ثلاثون درجة ونفرض هذه الاقسام

ثلاثة بروج وهي الحمل والثور والجوزاء ثم يرسم قوس مواز لذلك المحيط ويوضع عليه اشارات للدلالة على درجات الميل وهي ثلاث وعشرون درجة وثمان وعشرون دقيقة فكل اشارة منها تدل على درجة من درجات ميل الشمس وتوضع ارقام هذه الاشارات بحيث انها تبتدى مع ابتداء برج الحمل وتنتهى مع برج الجوزاء فإذا اريد معرفة ميل الشمس عند ما تكون على درجة معلومة من برج الحمل مثلا يبحث عن هذه الدرجة على محيط الربع ويقرأ بمسداًها على القوس المتقدم ذكره عدد درجات الميل المطلوب

ومن حيث ان ميل الشمس في أى فصل من الفصول الاربعة يوجد ما يساويه في الفصول الاخرى فمن الممكن الاكتفاء برسم البروج الثلاثة التى تقدم ذكرها وبيان باقيها عليها ولكن يعكس ترتيبها ثلاثة ثلاثة بمعنى اننا لو رتبنا الحمل والثور والجوزاء من اليسار الى اليمين نعكس عليها ترتيب السرطان والاسد والسنبلة فيقع السرطان منعكسا على الجوزاء والاسد على الثور والسنبلة على الحمل ثم تبتدى ثانياً بالميزان والعقرب والقوس فيقع الاول على السنبلة والحمل والثاني على الاسد والثور والثالث على السرطان والجوزاء ثم نعكس الترتيب لبيان الجدى والدلو والحوت ونكون قد جمعنا كل أربعة بروج في موضع واحد فبواسطة هذا الشكل يمكن استخراج ميل الشمس متى علم البرج التى هي فيه والدرجة الحالية بها منه

(في كيفية رسم الساعات الزمانية الآفاقية)

(١٤٤) الساعات الزمانية الآفاقية هي ساعات لا تختص بعرض واحد بل يمكن استعمالها في أى عرض كان وعلماء العرب رسموا هذه الساعات بالكيفية الآتية وهي ان يقسم محيط الربع (ح د) شكل (٧٨) الى ستة اقسام متساوية ويوضع عليها الارقام (١ ، ٢ ، ٣ ، ٤ ، ٥ ، ٦) لتدل على الساعات ثم تؤخذ قطعة بالبركار حينما اتفقت ويرسم قوسان من نقطتي (ب) و (ا) فيتقاطعان في نقطة (و) وتؤخذ قطعة أخرى مساوية للاولى ويرسم القوسان المتقاطعان في (م) ويوصل (و م) بخط مستقيم يمتد الى ان يقطع (ب د) في نقطة (ح) فتجعل هذه النقطة مركزاً ويرسم القوس (ب ا) ثم على هذا المنوال ترسم الاقواس (ب ٢ ، ب ٣ ، ب ٥) فتكون هي خطوط الساعة الاولى والثانية وهكذا الى الخامسة

وأما خط الساعة السادسة فلرسمه ينصف البعد (ب د) ويرسم عليه نصف دائرة هو الخط المذكور

وكيفية استعمال هذه الخطوط ان يبحث ابتداء عن غاية ارتفاع الشمس في اليوم الذي يفرض ثم يوضع مرى العصابة على هذا الارتفاع وتعين نقطة تقاطع خط الترتيب بخط الساعة (٦) فالقوس التي يفرض رسمه من المركز (ب) بنصف قطريساوي البعد بين هذا المركز ونقطة التقاطع المتقدم ذكرها يكون مسقطا لمدار الشمس المقابل لليوم المفروض وعلى ذلك متى أريد معرفة الوقت الذي تكون فيه الشمس على ارتفاع معلوم يؤخذ هذا الارتفاع على القوس المذكور ويبحث عن خط الساعة المقابل له فيعلم ذلك الوقت

(في بيان ربع الجيب الذي على ظهر الاسطرلاب)

(١٤٥) ان علماء العرب رسموا الخطوط الجيبية على أحد الأرباع التي في ظهر الاسطرلاب وسموه ربع الجيب ولما كان يبحث رسم هذا الربع وكيفية استعماله من المباحث الدقيقة ولا سيما انه كان ولا يزال يستعمل آلة مستقلة عن الاسطرلاب في البلاد الاسلامية على قطع من الخشب أو الحاس رأينا ان نضرب عن ذكره هنا صفحا ونفرد الكلام عليه مع الاستيفاء في القسم الثاني

(في بيان الاسطرلابين المرسومين في اشكالنا)

(١٤٦) ان الرسوم التي ترى في الاشكال (٦٤ و ٦٥ و ٦٦) هي رسوم خمس قطع من الاسطرلاب المحفوظ بمكتب المهندسخانة الهمايونية فأما الاسطرلاب قطرها الخارجى يساوى ٨٥ مليةترا وقطرها الداخلى المساوى لقطر الألواح يعادل ٧٤ مليةترا وعليها الكرى والعروة والحلقة ومحيطها مقسوم الى ٣٦٠ مبتدأة بالصفر من طرف خط المشرق والمغرب ويمر خط وسط السماء أى وتد الأرض بالدرجة ٩٠ ثم على كل خمس عشرة درجة من المحيط المذكور بالابتداء من الخط الخارج بوسط الكرسي ومركز الآلة توضع أرقام الساعات فالرقم ١٢ يقابل ١٨٠ وبعد الساعة (١٢) يتدأ ثانيا بالساعة واحدة في نصف الدائرة الآخر حتى يوضع الرقم ١٢ على الخط الخارج بوسط الكرسي وهذه الأعداد مكتوبة بالأرقام المستعملة الآن في أوروبا والتي أصلها الأرقام العربية

وصفائح الاسطرلاب المذكور خمسة منها أربعة مرسوم على وجهيها المقنطرات السدسية والسموت العشرية والقطاران المتقاطعان وخطوط الساعات الزمانية البادية

والقبر ولا يوجد عليها سائر أنواع الاقواس كخط العصر وجميع هذه الرسوم مكتوب عليها بالكوفي الاندلسي الا أنه يرى انه في أثناء تداول هذه الآلة في أياد مختلفة وضع عليها غلطا أرقام لم تكن بخط صانعها وهي أرقام دالة على عرض كل صفحة مع ان أصلها مكتوب بالحروف الابجدية
(في بيان عروض الصفائح المذكورة)

المبينة بالحروف الكوفية الاصلية				المبينة بالأرقام العادية غلطا			
في أحد الوجهين		في الوجه الآخر		في أحد الوجهين		في الوجه الآخر	
درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة
ك	٢٥	كا	٤٠	م	٢٠	ل	٣٧
ل	٣٧	لح	٣٠	ل	٣٤	ل	٣٦
ل	٣٤	لح	٣٠	ل	٣٧	ل	٣٦
لا	٣١	له	٣٠	ل	٣٦	ل	٣٦

وجميع خطوط السموت مكتوب عليها بالخط الكوفي هذه الحروف (ك ل . . . ص) وعلى المقنطرات هذه الحروف (و ب ج ح . . . ص) وبيان الساعات الزمانية البلدية هذه الحروف (أ ب ج د هـ . . . ب) وفي خانات هذه الساعات هذه الكلمات أولى وثانية وثالثة ورابعة وخامسة وسابعة وثامنة وتسعة وعاشرة وحادية وثانية ومعنى هاتين الكلمتين حادية عشرة وثانية عشرة وانما كتبت كذلك للاختصار وأما الصفحة الخامسة فالرسوم التي عليها لم تكن الا على أحد وجهيها ومكتوب عليها بالحروف اللاتينية من غير كتابة عربية وعرضها ثمان وأربعون درجة واثنان وعشرون دقيقة وكتابتهما هكذا (E 1^o. 18.22) وليست هذه الصفحة نوضع بسهولة في أم الاسطرلاب كسائر الصائح فلا بد أن تكون هذه الآلة جعلت أولا بأربع صفائح فقط ثم زيد عليها هذه الصفحة الخامسة وأما الرسوم التي على هذه الصفحة فهي السموت العشرة والمقنطرات السدسية وخط القبر والشفق تحت الافق وخط وسط السماء ووتر الأرض وخط المشرق والمغرب ومناظر الدوائر العظمى المارة بقطبي الافق وقاسمة خط الاستواء الى اثني عشر قسما أقساما متساوية مبينة بالأرقام الرومية

XII XI X IX VIII VII VI V IV III II I

وأما السموت والمقنطرات فمبينة بالأرقام الاعتيادية

هذا ويوجد على محيط جميع الصفائح الخمس المذكورة خارجه صغيرة لتدخل في حرف

مصنوع على حائط امالاسطربل وتمع تحريك الصفائح المذكورة ويوجد في مركز كل
صفحة ثقب قطره ثلاثة ملليمترات
ثم دائرة البروج التي على العنكبوتة مقسومة الى اثني عشر قسمًا كل قسم منقسم
الى خمسة أقسام فدرجات البروج الاثني عشر تكون سدسية وبدلاً من أسماء البروج
وضعت العلامات التي ذكرناها في المادة (٨٠) وأما شظايا الكواكب فعددتها أربع
وعشرون مكتوب عليها أسماء الصور السماوية باللغة اللاتينية وبجانبها حروف يونانية
دالة على أربعة وعشرين كوكباً وهي المبينة في هذا الجدول

١	بطن القيطوس	٢	Ceti.
٢	رأس الغول	٣	Persei.
٣	العبيق	٤	Aurigæ.
٤	الدبران (عين النور)	٥	Tauri.
٥	رجل الجوزا	٦	Orionis.
٦	الشعر العبور	٧	Canis majoris.
٧	يد الدب (الأكبر)	٨	Ursæ majoris.
٨	الشجاع	٩	Hydræ.
٩	ركبة الدب	١٠	Ursæ majoris.
١٠	جناح العراب	١١	Corvi.
١١	السماك الأعزل	١٢	Virginis.
١٢	نفس	١٣	Ursæ majoris.
١٣	السماك الراح	١٤	Beetis.
١٤	عنق الحية	١٥	Serpenti.
١٥	النير من الفك	١٦	Caronæ.
١٦	رأس الحوا	١٧	Ophiuchi.
١٧	النسر الواقع	١٨	Lyræ.
١٨	النسر الطائر	١٩	Aquilæ.
١٩	الدلفين	٢٠	Delphini.
٢٠	الردف	٢١	Cygni.
٢١	منكب القوس	٢٢	Pegasi.
٢٢	الكف	٢٣	Cassiopejæ.
٢٣	ذنب القيطوس (الشمالي)	٢٤	Ceti.
٢٤	ذنب الجدى		Capricorni.

وليس في هذا الاسطرلاب فلس وعضادته بسيطة يمكن استعمالها على ظهره وعلى
العنكبوتية وهي منصرفة الشكل وفي طرفيها هدفان فيهما ثقبان متقابلان ولا يوجد
في هذه الآلة خطوط الساعات الزمانية الاقافية كما في غيرها

ومحيط الدائرة الخارجية التي في ظهره منقسم الى ثلثمائة وستين درجة تبتدئ بالصفير
في النصف الذي جهة الكرسي من خط المشرق والمغرب وعليها حروف الجمل خمس
درجات خمس درجات فيوجد في وسط الكرسي الحرف (ص) الدال على ٩٠ ويرى
على محيطي الربعين الاسفلين أقواس منقسمة الى أربع وخمسين درجة وعليها كتابة
اطول عهدا لا يمكن قراءتها فلا يعلم كيفية استعمال تلك الخطوط

ثم محيط الدائرة المنقسم الى ٣٦٠ منقسم أيضا الى اثني عشر قسما مكتوب عليها
أسماء البروج (الحمل والنور والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة والميزان والعقرب
والقوس والجدي والدلو والحوت) وعلى كل خمس درجات حرف من الحروف الابجدية
ثم داخل هذه الدائرة مرسوم دائرة أخرى منقسمة الى ثلثمائة وخمس وستين قسما
أقسامًا متساوية مكتوب على احدى وثلاثين قسما منها كلمة مارس وعلى الثلاثين
التالية ابريل وعلى الاحد والثلاثين التي بعدها مايو وعلى الثلاثين التي تليها يونيو
وعلى الاحد والثلاثين التي بعدها يوليو ثم على الاحد والثلاثين التالية أغسطس
وعلى الثلاثين التي بعدها سبتمبر وعلى الاحد والثلاثين التي بعدها أكتوبر وعلى
الثلاثين التالية لها نوفمبر وعلى الاحد والثلاثين التي بعدها ديسمبر وعلى الاحد
والثلاثين التي بعدها يناير وعلى الثمانية والعشرين التي بعدها فبراير وهي أسماء
الشهور

وعلى كل خمسة تقسيمات من هذه التقاسيم عدد بالحروف الابجدية وابتداء شهر مارس
يقابل الدرجة ٢٧ من برج الحوت وابتداء ابريل يقابل الدرجة ١٨ من الحمل وابتداء
مايو يقابل الدرجة ١٧ من الثور وابتداء يونيو درجة ١٦ من الجوزاء وابتداء يوليو
درجة ١٥ من السرطان وابتداء أغسطس درجة ١٤ من الاسد وابتداء سبتمبر درجة
١٤ من السنبلة وابتداء أكتوبر درجة ١٤ من الميزان وابتداء نوفمبر درجة ١٥ من
العقرب وابتداء ديسمبر درجة ١٥ من القوس وابتداء يناير درجة ١٧ من الجدي
وابتداء فبراير درجة ١٩ من الدلو

ورسم في المربعين اللذين تحت خط المشرق والمغرب الأعداد الطلية وهي منقسمة الى

أصابع بمعنى ان القائمة المفروضة التي هي مقياس التلّيل منقسمة الى ١٢ قسما
وجعلت التلّال القائمة على خط مواز لوتر الارض والظلّال المبسوطة على خط مواز
لخط المشرق والمغرب وصكل من هذين الخطين منقسم الى اثني عشر قسما أقساما
متساوية

وفي الشكل المستطيل الذي فوق خط المشرق والمغرب (قطعة ٣) مكتوبة هذه الجملة
(صنع هذا الاسطرلاب محمد بن قنوس النخاري بمدينة اشبيلية (١) في سنة خيخ للهجرة)
أي في سنة ستمائة وثلاث عشرة هجرية ثم في حجرة أم الاسطرلاب مرسومة جملة دوائر
متحدة المركز كما ترى مثلها في الشكل (٧٩) مقطوعة بخطوط متجهة نحو المركز المذكور
فتكونت خانات عديدة فيها حروف بحساب الجمل تين غرر الاشهر ففي احدى الخانات
توجد هذه العبارة (سنون مشردة بحمية) وهي تختص بتاريخ يزد جرد وفي احدى
خانات الدائرة القرية من المركز توجد هذه العبارة الاخرى (علامة دخول يناير) وهي
تدل على أيام دخول كانون الثاني في كل سنة

والالفاظ المكتوبة على هذا الاسطرلاب كلها مكتوبة بحروف كوفية الا ان املاءها
يغايروا املاء أيامنا فجمادى الاول وجمادى الثاني مثلا مكتوبان هكذا جمدى ١
وجمدى ٢

والامر الذي لا يكاد يفهم في هذه الآلة هو وجود الفاظ لاتينية على صفحاتها الخامسة
وعلى شطاي الكواكب فهل ذلك من فعل صانعها أو ابتدأ ولها ما بين الناس وقعت
في أيدي أقوام خلاف العرب فكتبوا عليها تلك الفاظ ويغلب على الظن ان جميع
ذلك صنع فيما بعد وما يؤيده كتابة عروض الصفائح بالارقام العربية تحت كتابتها
بالحروف الابطينية وفي تلك الارقام غلط يعرف بالتأمل فيها ويفهم من النظر في حفرها
ان صانعها ليس بحكّال ماهر مثل الصانع الاصلى فان من تأمل في هذه الآلة يراهم مصنوعة
بغاية الدقة والضبط مع أن حجمها صغير جدا

هذا وفي أثناء طبع هذا الكتاب بمصر قد أهداني سعادة يعقوب باشا رتين وكيل ديوان
المعارف العمومية بها اسطرلابا جديلا وهذا شرحه

قطر أم الاسطرلاب الخارجي يعادل ١٣,٥ ستمترا وقطرها الداخلي ١٢ وكرسيه

(١) اشبيلية مدينة من الاندلس يقال لها اليوم اسبانيا مدينة (سبيل) وسكانها الآن مائة وثمان
وخمسون ألفا

وعروته وحلقته كلها كاملة ومحيط وجهه منقسم الى ثلثمائة وستين درجة مكتوب على كل خمس درجات منها حرف من حروف الجمل يدل على العدد من الشمال الى اليمين بالابتداء من الخط الرأسى النازل من العروة

ويحتوى على ست صفائح قطرها ١١, ٥ سنتيمترا وفي مركز كل منها ثقب بقدر خمس ملليمترات وعلى وجهى كل من هذه الصفائح رسوم فاحدى عشر منها عبارة عن مقنطرات ثلاثية وسموت عشرية مكتوب عليها بحروف الجمل ثم تحت خط المشرق والمغرب موجود خطوط الساعات الزمانية من واحد الى اثني عشر ولكن لا يوجد فيها خطوط العصر والفجر والامساك والصفحة التى عرضها ٤١ رسم عليها خطوط التسيير فهى صفحة موضعية وأما الرسم الثانى عشر فهو صفحة آفاقية مرسوم عليها ثمانية وعشرون أفقا والعروض التى على الصفائح الستة المذكورة هى هذه

فى وجهه		فى الوجه الآخر	
دقيقة	درجة	دقيقة	درجة
٤٠	١٢	٣٠	١٤
٣٠	٢١	٠٠	٢٤
٠٠	٣٠	٠٠	٣٢
٠٠	٣٣	٠٠	٣٦
٠٠	٤٠	فى الصفحة الآفاقية	
٠٠	٤١	٠٠	٤٢

ثم على محيط كل صفحة توجد خارطة صغيرة لتثبيتها فى الخبرة وعلى عنكبوته ثلاثون شظية وعلى دائرة الخسوف اثنا عشر برجاً والكواكب المرسومة شظاياها هى هذه

١ عنق الحية	١١ يد الدب	٢١ مقدار الغراب
٢ نير الفسكة	١٢ رجل الدب	٢٢ جناح الغراب
٣ رأس الجوزا	١٣ السماء الراح	٢٣ السماء الاعزل
٤ النسر الواقع	١٤ كف الخشب	٢٤ قلب الاسد
٥ ذنب الدافين	١٥ ذنب الجدى	٢٥ زبا نابزونى
٦ النسر الطائر	١٦ ذنب قيطوس	٢٦ زبا
٧ الردف	١٧ بطن قيطوس	٢٧ الشعرى الشامية
٨ منكب القوس	١٨ رجل الجوزا	٢٨ منكب الجوزا
٩ رأس الغول	١٩ الشعرى اليمانية	٢٩ عين الثور
١٠ العيوق	٢٠ فرد الشجاع	٣٠ كف الجوزا

ومحيط الدائرة التي على ظهر الاسطرلاب منقسم الى ثلثمائة وستين درجة في كل ربع
تسعون درجة مبتدئة من طرفي خط المشرق والمغرب ومكتوب عليها حروف أبجدية
باعتبار خمس درجات خمس درجات فالطرف (ص) يوجد على الخط الرأسي المار بوسط
العروة ومرسوم على الربع اليساري من الربعين اللذين فوق خط المشرق والمغرب ربع
موجب وفي الربع اليميني منهما خطوط الساعات الزمانية الاتفاقية وفي الربعين اللذين
تحت الخط المذكور توجد مقاييس المماس وتعام المماس بالنسبة الى قامة مفروضة
تساوي ١٢ ومكتوب عليها (ظل المربع) وتلك المقاييس مبينة بالحروف (ب د ر ب)
ثم على قوس الربع اليساري توجد تقاسيم العصر الاتفاقية وعلى قوس الربع اليميني
يوجد حساب الظل المبسوط (تعام المماس) للزوايا التي بين ثلاث عشرة درجة ونصف
الى تسعين درجة

وابزاء هذا الاسطرلاب كعوره وفرسه وعضادته كلها كاملة لا يتقصها شيء سوى
القلنس فلا يوجد فيه واحد ساق العضادة المساوي لنصف القطر مقسوم الى ستين
قسما أقساما متساوية مكتوب عليها حروف الجمل (و ب ج د ل لو
مب ح د س) وهي أرقام تدل على تقاسيم الستين وجيب التمام التي سمينها
بعد

وعلى الكرسي من جهة ظهر الاسطرلاب هذه العبارة (عمل مصطفى أيوب سنة ١١١٠)
مكتوبة بالقاعدة الاستنبولية وهذا يدل على ان صانعها من أهل دار السعادة
القاطنين بجارة أيوب وعلى وجهه بالقرب من الكرسي اسم صاحب هذا الاسطرلاب
اذ يقرأ هناك هذه العبارة (صاحبه الحاج محمد موقت بايزيد ولي) ولعلها لا تقرأ
الا بصعوبة لانها مسحت قليلا والحاج محمد المذكور كان ميقاني جامع السلطان
بايزيد ولي طيب الله ثراه

ثم على حرف أم الاسطرلاب الذي عرضه ١١ ملليمتر تقرأ آيات تركية العبارة مبتدئة
من الكرسي وتنتهي اليه من الجهة الاخرى وهذا تعريبها (يتلم الشاعر اللبيب حنفي
أفندي ناصف مدرس العلوم العربية بمدرسة الحقوق الخديوية)

توكل على مولاي في كل ساعة فديناك دوما حالها يتبدل
وقوم بالاسطرلاب والربع واصطب لرمية اذ ليس عنهم معدل
ولاتله عن ضبط الزمان بزخرف ونفع الوري فالنفع أولى وأفضل

وقد قالت الاعلام اياك والامى فمالك فيه الحظ لا بد يحصل
 فيارب احسن للجميع نهاية ويسر مسيرا اذ عليك المعول
 وبمقارنة هذا الاسطرلاب بالذى شرحناه أولا يرى ان حجم هذا أعظم من حجم الاول
 فكان يلزم أن تكون رسومه أصح من رسوم الآخر ولكننا نرى الآخر مع صغر حجمه
 اضبط من هذا

(في بعض ايضاحات اجمالية تتعلق بكيفية استعمال الاسطرلاب

وحل بعض المسائل)

(١٤٧) اذا اريد أخذ ارتفاع الشمس عن سطح الافق بمسك الاسطرلاب باليد من
 حلقته بحيث يكون حرفه متجهها نحو الشمس ثم تحرك العضادة التي على ظهره بحيث
 ان الاشعة المارة بثقب احدى هدفتيها تمر بالهدفة الاخرى ويقرأ على محيط الاسطرلاب
 درجة الارتفاع المطلوب فوق خط المشرق والمغرب
 وكذلك اذا اريد معرفة ارتفاع الكواكب أو الاشباح العالية كالقلاع والمنارات بمسك
 الاسطرلاب بالكيفية المذكورة وتحرك العضادة حتى يمكن للراصد أن يرى من هدفتيها
 الكوكب أو الشج المراد أخذ ارتفاعه
 واذا لم يعرف الراصد هل ارتفاع الكوكب شرق أو غربي فعليه أن يعيد العملية بعد
 برهة فان كان الارتفاع متزايدا فشرقي والا فغربي

(في معرفة غاية ارتفاع الشمس)

من المعلوم ان الشمس في حركتها اليومية تتصاعد رويدا رويدا الى وقت الزوال ثم
 تأخذ في التنازل ففي لحظة تغير حركتها من التصاعد الى التنازل تكون في غاية ارتفاعها
 ولتحسين هذا الوقت يلزم توجيه العضادة نحو الشمس قبل الزوال ببرهة وتحريكها بعد
 ذلك بحيث ان أشعة الشمس تبقى مارة بهدفتيها حينئذ تأخذ الشمس في الهبوط تكون
 العضادة دالة على غاية الارتفاع

واذا كان عرض البلد معلوما يمكن بواسطة غاية الارتفاع استخراج ميل الشمس في ذلك
 اليوم لانه في الجهات الشمالية

ميل الشمس = غاية الارتفاع - تمام العرض

وفي الجهات الجنوبية

ميل الشمس = تمام العرض - غاية الارتفاع

وإذا كان العرض مجهولا وأريد تعيينه يلزم تعيين ميل الشمس بطريقة أخرى أما من التقويمات وأما بواسطة خط الميل المرسوم على الاسطرلاب فيحدث إذا كان الميل شماليا

تمام العرض = غاية الارتفاع - الميل

وان كان الميل جنوبيا

تمام العرض = غاية الارتفاع + الميل

وإذا علم عرض البلد وميل الشمس في يوم مفروض وأريد معرفة غاية الارتفاع من غير رصد يكون

غاية الارتفاع = تمام العرض + الميل ان كان الميل شماليا

وغاية الارتفاع = تمام العرض - الميل ان كان الميل جنوبيا

وإذا كان العرض معلوما ووجد في الاسطرلاب صفحة لهذا العرض تؤخذ غاية الارتفاع ويبحث عن المقنطرة الصاعدة (١) مع خط وسط السماء زاوية مساوية للارتفاع المذكور فبعد هذه المقنطرة من مدار الاعتدال يكون مساويا لميل الشمس وهذا البعد ان كان من جهة مدار الجدى يدل على ان الميل جنوبى وان كان من الجهة الاخرى داخل الآلة يدل على انه شمالى

(في تعيين نصف الفضلة ونصف قوس النهار وقوس الليل والساعات المستوية)
(لليل والنهار ووقت شروق الشمس ووقت الظهر ودرجات الساعات الزمانية)

اعلم ان نصف الفضلة هي نصف الفرق بين مدة النهار واثنى عشرة ساعة ويسمى أيضا بنصف التعديل وله نهايتان عظمى وصغرى فالصغرى صفر وتكون وقت وجود الشمس في الاعتدالين والعظمى تختلف باختلاف العروض وتكون وقت وجود الشمس في الانقلابين

ولمعرفة نصف الفضلة ينبغي أولا معرفة درجة الشمس اما بالتقويمات أو بالطريقة المبينة في مادتي (١٢٤) و (١٣٤) أى بواسطة دائرة البروج وأقسام النجوم التي على وجه الاسطرلاب والدرجة التي تقابل درجة الشمس على ١٨٠ تسمى بجزء الظير مثال ذلك درجة الشمس في يوم ثلاثة وعشرين من شهر نيسان خمس عشرة من برج الثور بجزء الظير يكون درجة خمس عشرة من برج العقرب

إذا علمت ذلك فكيفية معرفة نصف الفضلة لليوم المذكور ان ندير العنكبوتة حتى

(١) ان أكثر الاسطرلابات لم تكن تامة بل هي ثلثية أو سدسية ولذلك يلزم تعيين مقنطرة الدرجة المطلوبة على وجه التحديد بالنسبة الى المقنطرة المجاورة لها ٨١

تجىء الدرجة الخامسة عشرة من برج الثور على خط الافق أى على مقنطرتة وتقرأ الدرجة التى يقع عليها مرى الاجزاء (أى مرى العنكبوتة) على محيط المجرة ويحفظ عددها ثم تدور العنكبوتة مرة أخرى حتى تقع الدرجة الخامسة عشرة من برج الثور المتقدم ذكرها على خط المشرق وتقرأ الدرجة التى يقع عليها المرى فالفرق بين هذا العدد والعدد الاول المحفوظ هو نصف الفضلة المطلوب وأما باقى المطلوبات فيجربى حسابها بالكيفية الآتية وهى

نصف قوس النهار = $90 +$ نصف الفضلة ان كانت الشمس فى الجهة الشمالية

ونصف قوس النهار = $90 -$ نصف الفضلة ان كانت الشمس فى الجهة الجنوبية

وقوس النهار = $2 \times$ نصف قوس النهار

وقوس الليل = $24 -$ قوس النهار

ولمعرفة كم ساعة مستوية فى يوم مفروض تقسم درجات قوس النهار على خمسة عشر وهو عدد الدرجات التى تحتوى عليها الساعة الواحدة فالتخرج هو عدد الساعات التى تحتوى عليها اليوم المفروض وان بقى باقى أقل من خمسة عشر فكل درجة تعتبر دقاتى زمانية واذا طرح عدد الساعات المستوية من ٢٤ ساعة فالباقى هو مدة الليل وحيث ان نهاية الليل بالضرورة هى وقت شروق الشمس فهذه الطريقة يعلم أيضا وقت الشروق المذكور

وكذلك حيث ان منتصف الليل بالنسبة للساعات الغروبية يقابل وقت الزوال الحقيقى فى النهار وهذا الوقت هو وقت الظهر فيعلم هو أيضا ولمعرفة كم درجة فى الساعة الزمانية تقسم درجات قوس النهار أو قوس الليل على اثنتى عشرة فالتخرج يدل على عدد درجات الساعة الواحدة من الليل أو النهار

(فى تحويل الساعات المستوية الى ساعات زمانية وعكسه)

اذا علم عدد الساعات المستوية فى يوم وأريد معرفة عدد درجات الساعة الزمانية فى ذلك اليوم يضم الى عدد الساعات المستوية ربعها فيكون المجموع عدد درجات الساعة الزمانية الواحدة وبالعكس اذا علمت درجات الساعة الزمانية بطرح خمسها منها فيكون الباقى عدد الساعات المستوية التى فى اليوم المفروض مثال ذلك اذا كان عدد الساعات المستوية فى يوم مفروض يساوى ١٣ فباخذ ربعه وهو ٣ ساعات و ١٥ دقيقة ونضمه اليه يحدث ١٦ درجة و ١٥ دقيقة وهى عدد درجات الساعة الزمانية الواحدة فى ذلك

اليوم وبالعكس اذا علمنا هذا العدد وأخذنا خمسة نجد ٣ درجات و ١٥ دقيقة وبطرحه منه يحدث ١٣ وهو عدد الساعات المستوية التي في اليوم المقروض فاذا علم هذا وأريد معرفة مقدار الساعة المستوية بالنسبة الى الساعة الزمانية تضرب الساعة المستوية الواحدة في ١٥ ويقسم الحاصل على عدد درجات الساعة الزمانية وبالعكس لمعرفة مقدار الساعة الزمانية بالنسبة الى الساعة المستوية بقسم عدد درجات الساعة الزمانية على ١٥

والساعات الزمانية المذكورة هي المستعملة عند المتبحرين الذين يحاولون استنباط الحوادث الدنيوية من الارتباطات الفلكية وفي بعض التأليف العربية مانصه (ويستعمل هذه الساعة الخواص وهم النجومون وأصحاب علم الحرف والروحية)
(في تعيين الدائر وفضل الدائر من ارتفاع الشمس لتصحيح الساعات)
اذا كان ارتفاع الشمس شرقيا فالدائر يكون عبارة عن الزمن الذي بين شروق الشمس ووقت الرصد وفضل الدائر هو الزمن الباقي لوقت الزوال واذا كان ارتفاع الشمس غربيا فالدائر يكون عبارة عن الزمن الباقي لوقت الغروب وفضل الدائر هو الزمن الماضي من وقت الزوال

ولاستخراج الدائر يلزم أولا معرفة درجة الشمس وثانيا نصف قوس النهار وثالثا اذا كان الارتفاع شرقيا توضع درجة الشمس على الافق الشرقي وتقرأ درجة محيط الكرة الميمنة بالمرى وتحفظ ورابعا تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على المقنطرة الشرقية التي رقها يساوي ارتفاع الشمس وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى فاذا كان ارتفاع الشمس ثلاثين درجة مثلا تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على المقنطرة الشرقية التي رقها ٣٠ وتقرأ الدرجة الميمنة بالمرى وخامسا يؤخذ الفرق بين هذا العدد والعدد المحفوظ ويحول الى كمية زمانية انضم الى وقت شروق الشمس مع طرح غنائى دقائق للتمكين فيكون الباقي ساعة وقت الرصد وقبل تحويل الفرق المتقدم ذكره الى كمية زمانية اذا طرح من نصف قوس النهار واذا طرح بعد تحويله اليها من نصف مدة النهار يعلم فضل الدائر

وأما اذا كان ارتفاع الشمس غربيا فهذه العمليات تجري على المقنطرات الغربية وبعد معرفة الدائر يطرح من ١٢ فيكون الباقي ساعة وقت الرصد واذا كانت الساعة المذكورة ساعة زمانية توضع درجة الشمس على مقنطرة الارتفاع

المتقدم ذكرها فيقع جزء النظر على الخلة الدالة على الساعة الزمانية لوقت الرصد

(أوقات الصلاة)

لا حاجة للبحث عن وقت المغرب بالاسطرلاب لانه يعلم عيانا وقت غروب الشمس وأما العشاء فبعرفة وقت دخولها يبحث أولا عن درجة الشمس في اليوم المفروض ثم توضع على أفق المغرب وتقرأ الدرجة التي بينها المرى وتحفظ ثم تدور العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس على خط الشفق وتقرأ الدرجة الميئة بالمرى ويؤخذ الفرق بين هذا العدد والعدد الاول المحفوظ فيعلم وقت صلاة العشاء

وكذلك اذا أريد معرفة وقت العصر توضع درجة الشمس على خط العصر الاول أو الثاني وتقرأ الدرجة الميئة بالمرى ويطرح من العدد المحفوظ فيكون الفرق عبارة عن الحصة التي بين العصر والغروب ويطرحه من ١٢ يعلم وقت دخول الشمس ووقت الفجر يعين بهذه الطريقة أيضا

واذا لم يكن خط العصر مرسوما على الصفيحة يؤخذ ارتفاع الشمس بالكيفية المذكورة في المادة (١٤٢) وتوضع درجة الشمس على مقنطرة ذلك الارتفاع فيوجد المطلوب وإذا لم يكن خط الشفق مرسوما أيضا على الصفيحة وأريد تعيين وقت الشفق وهو وقت صلاة العشاء تؤخذ مقنطرة الدرجة (١٨) من المقنطرات الشرقية وتوضع عليها درجة الشمس وتقرأ الدرجة الميئة بالمرى ثم يبحث عن الفرق بينها وبين درجة الشمس عند ما تكون الشمس على الأفق الشرق فيعلم منه وقت صلاة العشاء بعد الغروب وكذلك لتعيين وقت الفجر ووقت الامساك تؤخذ مقنطرة (١٩) درجة ومقنطرة (٢١) درجة ونصف ويجرى العمل كما ذكر ولكن يراعى ان وقت الفجر ووقت الامساك يكونان قبل شروق الشمس فيلزم طرحهما من وقت الشروق

وقد اصطلح المتأخرون على ان صلاة العيد تكون عند ما ترتفع الشمس فوق الأفق بخمس درجات فلاجل تعيين هذا الوقت توضع درجة الشمس على الأفق ثم على مقنطرة الدرجة (٥) ويؤخذ الفرق بين العددين المعينين بهذه الكيفية ويضاف على وقت شروق الشمس لان صلاة العيد هي بعد الشروق كما ذكرنا

(في تعيين سعة المشرق والمغرب)

سعة المشرق هي قوس من دائرة الأفق محصور بين نقطة شروق الشمس وخط الاستواء

وسعة المغرب هي قوس من دائرة الافق أيضا محصورين نقطة غروب الشمس وخط الاستواء ولاجل تعيينهما يبحث عن نقطة وقوع درجة الشمس على الافق فتكون السعة المطلوبة على دائرة السميت لتلك النقطة

واذا لم يكن للارتفاع سميت تدور العنكبوتية حتى تقع درجة الشمس على قوس أول السموت فدرجة المقنطرة المارة بهذه النقطة تكون عبارة عن السعة المطلوبة وإذا كان العرض شماليا فالارتفاعات التي لاسمت لها تكون على البروج الشمالية ولا يوجد منها على البروج الجنوبية شيء

وسميت أى ارتفاع كان هو عبارة عن درجة قوس دائرة السميت المبينة بوضع درجة الشمس على مقنطرة ذلك الارتفاع فان وجد السميت المذكور مابين وتد الارض ودائرة أول السموت يسمى شماليا وإذا وجد خارجا عنهما يسمى جنوبيا وإذا كان الارتفاع شرقيا يكون السميت شرقيا شماليا أو شرقيا جنوبيا وإذا كان غربيا يكون غربيا شماليا أو غربيا جنوبيا وإذا وقع الارتفاع على أول السموت يكون السميت صفرا

والعمليات المتقدم ذكرها كلها موقوفة على استعمال درجة الشمس فإذا أريد اجراؤها ليلا حيث لا توجد الشمس يمكن استعمال كوكب من الكواكب النيرة ويلزم أن يكون من الكواكب التي لها شظايا على سطح العنكبوتية وفي هذه الحالة تبقى الايضاحات السابقة كما هي وانما يبدل فيها عبارة درجة الشمس بشظية الكوكب المعتبر

(في تعيين ارتفاع جسم قائم)

ضع العضادة على درجة خمس وأربعين واقرب من الجسم المقروض وابعد عنه حتى تجد نقطة يمكنك أن ترى رأس ذلك الجسم من الهدفتين ثم قس المسافة التي بينك وبين مسقط رأس الجسم على الافق وأضف اليها ارتفاع نظرك عن الارض فما كان هو الارتفاع المطلوب

واذا أردت استخراج الارتفاع المذكور من أى نقطة فرضت فانظر الى رأس الجسم حتى تراه من هدفتي العضادة وأبحث في الآلة عن القوس المبسوط للزاوية الحادثة ثم قس المسافة التي بينك وبين مسقط رأس الجسم واضربها في القائمة المفروضة (١٢) واقسم حاصل الضرب على القوس المبسوط وأضف الى الخارج ارتفاع بصرك عن الارض فيكون

$$\frac{١٢ \text{ القاعدة}}{\text{تمام مماس الزاوية}} + \text{قائمة الانسان} = \text{المود}$$

وبهذه الكيفية يمكن تعيين مقدار انحطاط جسم تحت الافق
 واذا لم يمكن الوصول الى مسقط رأس الجسم المراد أخذ ارتفاعه كأن يكون جبلا
 أو هرما تستعمل طريقة أخرى عثرنا عليها في كتاب عربي لم يذكر فيه اسم مؤلفه قال
 مامعناه (انظر الى رأس الجسم حتى تراه من الهدفتين بشرط ان يكون خط ترتيب
 العضادة واقعا على عدد صحيح من أعداد الظل المبسوط وضع علامة في المحل الذي
 أنت فيه ثم أدر العضادة الى أن يزيد ذلك العدد أو ينقص واحدا وابحث عن محل
 آخر على سطح أفقك وفي السطح الرأسى المار بالمحل الاول ورأس الجبل مثلا بحيث
 ترى رأس الجبل من الهدفتين مرة أخرى وضع علامة ثانية في ذلك المحل فان نقصت
 العدد المفروض قربت ضرورة من الجبل وان زدته بعدت عنه ثم قس المسافة بين
 المحلين واضربها في القائمة المفروضة واقسم الحاصل على (الظل المحفوظ) وأضف
 الى الخارج قائمة الانسان فما كان هو الارتفاع المطلوب اه
 وهذه القاعدة جليلة جدًا لولا ان بها غلطا في قوله (واقسم الحاصل على الظل المحفوظ)
 والصواب ان يقول (وقس المسافة بين علامتين واضربها في قائمة الظل وأضف الى
 الحاصل قائمتك)

والبرهنة على ذلك نقول لنفرض الشكل (٨٠) فلنا

$$\frac{ز}{د} = \text{تمام المماس م} \quad \text{و} = \text{تمام المماس م}$$

$$\frac{ب + ز}{د} = \text{تمام مماس م} \quad \text{و} = \frac{ب + ز}{د}$$

$$\frac{د \text{ تمام مماس م} + ب}{\text{تمام مماس م}} = \text{و}$$

$$\text{و} = (\text{تمام مماس م} - \text{تمام مماس م}) = ب$$

$$\frac{ب}{\text{تمام مماس م} - \text{تمام مماس م}} = \text{و}$$

$$\frac{١٢}{\text{تمام مماس م} - \text{تمام مماس م}} = \text{و}$$

ومن المعلوم انه اذا كانت القائمة المقروضة لمقياس الظل الذي على الاسطرلاب تساوى
 ١٢ فاطل المبسوط للزاوية الحادثة بين شعاع البصر المتجه نحو رأس الجبل وبين
 الافق يكون مساويا لتمام محاس تلك الزاوية مضروبا في ١٢ فلو فرضنا (١٢ تمام
 محاس م) = ٤٣ مثلا يكون (١٢ تمام محاس م) = ٤٣ بالعمل المتقدم فالفرق
 بين هاتين الكميتين يكون مساويا للواحد ويكون اذن (٤٣ = ١٢ ب) وبإضافة
 قائمة الراصد الى هذه الكمية يحدث ارتفاع الجبل المطلوب

ويتلخص من ذلك هذه القاعدة العامة - اذا أردت أخذ ارتفاع جبل مثلا لا يمكنك
 الوصول الى مسقط رأسه فقف في محل مبسوط وانظر رأس الجبل وعين الزاوية
 الحادثة ثم قف في محل آخر (بشرط أن يكون في السطح الرأسي المار بالمحل الاول
 وبالنقطة التي رصدتها) وانظر تلك النقطة مرة ثانية وعين الزاوية الحادثة ثم قس
 المسافة بين المثلين المذكورين واضربها في ١٢ واقسم الحاصل على الفاضل بين
 الظل المبسوط لاحدى الزاويتين الحادثتين والظل المبسوط للآخرى فان الخارج مع قدر
 قامتك هو المطلوب

والفرق بين هذه القاعدة والقاعدة المتقدم ذكرها ان المقسوم عليه في تلك يساوى
 واحدا بخلافه هنا ولا يخفى ما في ذلك من السهولة وقد يمكن الاعتذار عن الخطا الذي
 يناه بان سببه تحريف النساخ اذ يعد أن ينسب مثله الى المؤلف ولهـ بل قوله (الظل
 المحفوظ) محرف عن (الفرق بين الطلين) فتكون القاعدة حينئذ صحيحة

ويوجد في القاعدة المتقدم ذكرها خطأ آخر وهو قوله ان البعد بين محل الرصد
 الاول والجبل يساوى حاصل ضرب المسافة بين المثلين في الظل المبسوط للزاوية
 الاولى فان الحاصل المذكور لم يكن الا جزءا واحدا من اثني عشر من البعد
 المقروض

(في معرفة أعماق الآبار وعروض الانهار واتجاه جريان مياهها)

يمكن حل هذه المسائل أيضا بواسطة الاسطرلاب ولكن رأينا صرف النظر عن ذكر
 ذلك هنا (١)

(١) لعل المؤلف الهمام صرف النظر عن ذكر ذلك في هذا المقام اعتمادا على سهولة تلك العمليات
 واكتفاء بما هوأت قاله الله تعالى في الخلاصة في تعيين عروض الابر ونحوها (قف على أحد شاطئ النهر
 وانظر جابه الآخر من تقبلي العصاة ثم أدد الى أن ترى شيئا من الارض مهما والاسطرلاب على وضعه فاب
 موقعك وذلك الشيء يساوى عرض النهر) اه مترجه

(في تعيين سمت القبلة)

إذا أردت تعيين سمت القبلة في أي بلد كان فأدر العنكبوتة على صفحة عرض ذلك البلد حتى تقع الدرجة السابعة من برج الجوزاء أو الدرجة الثالثة عشرة من برج السرطان على خط وسط الأرض وانقل المرى على محيط المجرة غربا أو شرقا بقدر الفرق بين طول مكة وطول البلد فيكون غربيا إذا كانت مكة على شرق البلد وشرقيا إن كانت على غربيه ثم انظر الى قوس دائرة السمات الواقع عليها المرى فتعلم سمت القبلة وتخذ من ذلك القوس تمام التسمين تعلم انحرافها على خط نصف النهار وابحث عن المقنطرة المارة بتلك النقطة تعلم درجة ارتفاع الشمس وقت مرورها بسمت رأس مكة ففي ذلك الوقت تكون الشمس على اتجاه القبلة بالضبط لان عرض مكة إحدى وعشرون درجة ونصف درجة ومن حيث ان الدرجة السابعة من برج الجوزاء تبعد عن خط الاستواء بقدر إحدى وعشرين درجة ونصف أيضا ففي يوم ما تجيء الشمس على الدرجة المذكورة من ذلك البرج ترسم الدائرة اليومية المارة بسمت رأس مكة المكرومة ووقت وجودها في سمت الرأس المذكور تكون على اتجاه القبلة بالنسبة لجميع بلاد العرض اما شرقا أو غربا بقدر التفاضل بين طول مكة وأطوال تلك البلاد

ولمعرفة أية جهة من الجهات الأربع يقع فيها سمت القبلة بالنسبة الى محل مفروض يلاحظ

أولا - انه اذا كان طول ذلك المحل وعرضه أصغر من طول مكة وعرضها يكون السمت شرقيا شماليا

وثانيا - انه اذا كان طوله أصغر من طولها وعرضه أعظم من عرضها كدار السعادة يكون السمت شرقيا جنوبيا

وثالثا - انه اذا كان طوله أعظم من طولها وعرضه أقل من عرضها يكون السمت غربيا شماليا

ورابعا - انه اذا كان طوله وعرضه أعظم من طولها وعرضها يكون السمت غربيا جنوبيا

وخامسا - اذا تساوى طولها وكان عرض المحل أعظم من عرضها يكون سمت القبلة على جهة خط نصف النهار الجنوبية

وسادسا - اذا تساوى طولهما وكان عرض المحل أقل من عرض مكة يكون سمت على جهة شمال خط نصف النهار

وسابعا - اذا تساوى عرضهما وكان طول المحل أصغر من طولها يكون سمت على خط المشرق

وثامنا - اذا تساوى عرضهما وكان طول المحل أعظم من طولها يكون سمت القبلة على خط المغرب

فنى اريد رسم اتجاه القبلة في أى محل كان على الارض يلزم البحث عن الجهة التى يقع فيها حسب ما قيل ثم يجرى العمل بالطريقة الآتى ذكرها وهى

(فى معرفة وقت وجود الشمس على استقامة القبلة فى أى يوم)

أدر العنكبوتة حتى تقع درجة الشمس فى اليوم المقروض على مقنطرة الافق الشرق واحفظ الدرجة المبينة بالمرى على محيط المجرة ثم أدرها مرة ثانية الى أن تجىء درجة الشمس المذكورة على قوس دائرة سمت الذى تقدم تعيينه واحفظ الدرجة المبينة بالمرى على محيط المجرة ثم اطرح أحد العددين المحفوظين من الآخر وحول الفاضل الى ساعات وأضفه الى وقت شروق الشمس فالجمع يدل على وقت اتجاه ظل شاخص قائم على الافق نحو القبلة

فى مصر القاهرة } سمت القبلة = $52^{\circ} 11'$ شرقى جنوبى
واختلافها = $10^{\circ} 08'$ من الجنوب الى الشرق

وفى الدقيقة الاولى بعد الساعة الحادية عشرة الزوالية صباحا من اليوم الثامن فى مارث الموافقة لثلاث وعشرين دقيقة بعد الساعة الرابعة الغروبية من اليوم المذكور يتجه ظل كل جسم قائم على افق القاهرة نحو سمت القبلة

(فى تعيين الجهات الاربع وسمت القبلة فى أى زمان ومكان)

خذ ارتفاع الشمس واجت من سمت الذى يسمى بسمت الوقت ثم ضع الاسطرلاب افقيا بحيث يكون ظهره جهة السماء بأن تركزه على اناة مثل قدح تكون دائرة فيه افقية بالضبط ويعلم ذلك بصب ماء فيه وسيلانه من كل جهة على السواء فان كان سمت الوقت شرقيا شماليا أو غربيا جنوبيا فضع العضادة على درجة ذلك سمت فى ربع المحيط الغربى وان كان سمت شرقيا جنوبيا أو غربيا شماليا فضعها على تلك الدرجة فى الربع

الشرق ثم حرك الاسطرلاب افقيا الى أن يقع ظل الهدفة على نفس العضادة ففي هذا الوقت يدل خط مشرق ومغرب الاسطرلاب وخط نصف نهاره على خط مشرق ومغرب المثل الذي انت فيه وخط نصف نهاره فاذا رسمت على سطح الارض خطين مستقيمين على اتجاه الخطين المذكورين تكون قد عينت الجهات الاربع واذا أردت اتجاه القبلة بعد ذلك فضع العضادة مائلة على خط المشرق والمغرب بقدر سمت القبلة أو منحرفة على خط نصف النهار بقدر انحراف القبلة ثم ارسم على الارض خطا على استقامة العضادة فانه يدل على اتجاه القبلة في المثل المقروض

(تبيينه)

ينبغي أن لا يعضى بين رصد ارتفاع الشمس واجراء هذه العملية وقت اذ التأخر يستدعي الخطأ في الرسم ومن ثم رجحت الطريقة المتقدم ذكرها على هذه

(في تعيين البعد بين بلدين واستخراج سمت أحدهما بالنسبة للآخر)

لذلك ثلاث أحوال

الاولى - ان يكون البلدان متصدي الطول ومختلفي العرض لمعرفة البعد بينهما تضرب الفرق بين عرضيهما في $\frac{2}{56}$ فالحاصل هو بعدهما بالميل (١) وأما سمت فهو بالضرورة خط نصف النهار

الحالة الثانية - ان يكون البلدان مختلفي الطول متصدي العرض فاذا كان العرض

(١) اعلم أنه في العصر الثاني من الميلاد سمح بطليموس في صحراء مصر طول الدرجة الواحدة من قوس دائرة نصف لهارفوح واحد يساوي $\frac{66}{56}$ ميلا ثم في سنة ٨٢٧ ميلادية أي سنة ٢١٠ هجرية أمر الخليفة المأمون بإعادة هذه المساحة فعمل ذلك ابن موسى ومن كان معه من علماء الهيئة في صحراء سنجار ووجدوا ان طول الدرجة المذكورة يساوي $\frac{56}{56}$ ميلا ولكن لا يعلم الآن مقدار الميل الذي استعمله بطليموس وأما الميل الذي استعمل في أيام المأمون فهو على ما يظهر الميل المقدري كتب الله في قولهم (عرض الشعيرة = ٦ شعيرات والاصبع = ٦ شعيرات والذراع = ٢٤ اصعاً والباع = ٤ أذرع والميل = ١٠٠٠ باع والعرصع = ٣ أميال)

وإذا طرأ الانسان عرض شعيرات كثيرة يجد أن متوسط عرض الشعيرة الواحدة بالمتر يساوي ٥٠٠٣٥٢٦٤ وعلى ذلك الذراع يساوي ٥٠٧٨٠١٦ وربع دائرة نصف النهار المساوي ١٠٠٠٠٠٠٠ متر على حساب الفرنساويين يساوي على حسب العرب ١٠٣٥٦١٥٢ مترا وبالبحر ١٠٣٦٠٠٠٠ فهذا المقدار يزيد من المقدار السابق بستة وثلاثين في الالف اه

أقل من ميل الشمس الكلى فابحث عن درجة الميل على دائرة البروج المساوية للعرض المذكور وضعها على خط وسط السماء وان كان أعظم منه فابحث عن نقطة العنكبوتة البعيدة عن معدل النهار بمقدار العرض وضعها على خط وسط السماء أيضا وفي كلتا الحالتين احفظ درجة محيط المجرة الميمنة بالمرى ثم أدر العنكبوتة جهة البلد الآخر الى أن يتجاوز المرى مقدار المحفوظ المذكور بقدر الفاضل بين الطولين واقراً عدد المقنطرة الذي وقعت عليه تلك الدرجة أو النقطة واطرحه من التسعين ثم اضرب الباقي في $\frac{٥٦}{٢}$ فيكون الحاصل البعد المطلوب والسمت يعرف من دائرة السمت الواقعة عليها الدرجة أو النقطة المتقدم ذكرها

الحالة الثالثة - ان يكون البلدان مختلفي الطول والعرض فاما أن يكون أحده العرضين أو كل منهما أقل من ميل الشمس الكلى واما أن يكون أحدهما أو كل منهما أعظم منه ففي الحالة الاولى افصل من دائرة البروج قوسا يعادل أقل العرضين وضع درجته فوق صفيحة العرض الاكبر على خط وسط السماء وفي الحالة الثانية ابحث عن نقطة العنكبوتة البعيدة عن معدل النهار بقدر أقل العرضين وضعها فوق صفيحة العرض الاكبر على خط وسط السماء أيضا واحفظ درجة المرى الميمنة على محيط المجرة ثم أدر العنكبوتة الى أن يتجاوز المرى مقدار المحفوظ بقدر الفاضل بين الطولين واقراً عدد المقنطرة الذي وقعت عليه تلك الدرجة أو النقطة واطرحه من التسعين واضرب الباقي في $\frac{٥٦}{٢}$ فالحاصل هو البعد المطلوب ويعرف السمت من دائرة السمت الواقعة عليها الدرجة أو النقطة المتقدم ذكرها

(في المطالع الفلكية والبلدية ومطالع النظم ومطالع الوقت)

المطالع الفلكية ويقال لها مطالع الزوال هي المدة التي بين مرور أول الجدى بسطح نصف النهار وبين مرور الشمس به ولمعرفة المطالع الفلكية لدرجة مفروضة تضع هذه الدرجة على خط وسط السماء وتقراً الدرجة الميمنة بالمرى على محيط المجرة من الجهة اليمنى فهي المطالع الفلكية المطلوب وهي كمية لا تتغير بتغير الآفاق والمطالع البلدية ويقال لها مطالع الشروق هي المدة التي بين طلوع رأس الحمل وشروق الشمس ولمعرفتها تضع درجة الشمس على الافق الشرقي فبعد المرى من خط وسط السماء من الجهة اليمنى يدل على المطالع البلدية وهو متغير بتغير العروض واذا وضعت

درجة الشمس على الافق الغربي فدرجات القوس الذي بين المرى وخط التعليق (خط
وسط السماء) بحسابها من الجهة اليمنى تدل على مطالع الغروب وتسمى أيضا بمطالع
النظير

وإذا أضفت الى الشروق ماضى من النهار أو أضفت الى الغروب ماضى من الليل
وجدت مطالع الوقت وتسمى بمطالع الطالع أيضا وليلاحظ ان مبدأ المطالع الفلكية
عبارة عن نقطة الانقلاب الشتوى ومبدأ المطالع البلدية عبارة عن نقطة الاعتدال
الريعى

(فى طالع المعين وطالع المولود وطالع السنة وطالع العالم ونسوبة البيوت الاثنى عشر)
لايسعنا الا ان نضرب صفحا عن هذه المسائل وما يشاكلها لانها مبنية على القول
بحكام النجوم وهو كما لا يخفى عار عن العفة بالكلية ومن يشتغل بالكتب المذكورة
فيها هذه المسائل فلا يحصل منها الا على أمور واهية لا تجديه شيئا واذن فالاشتغال بها
ضرب من العبث

وطريقهم فى ذلك لتكون على بصيرة من الامر أنه اذا ولد مولود مثلا يؤخذ ارتفاع
الشمس أو كوكب لتعيين لحظة الولادة بالضبط فدرجة البروج التى تكون على الافق
الشرقى فى تلك اللحظة تسمى بالمطالع والتى توجد على الافق الغربى تسمى بالغارب
أو السابع والتى فى وسط السماء يقال لها العاشر والتى فى وتد الارض يقال لها الرابع
وهذه الدرجات هى مبادئ الاولى والرابعة والسابعة والعاشرة من خانات البيوت الاثنى
عشر وكم من أمر فى الخانات الثمان الباقية فبعد أخذ الطالع تعين الكواكب
المشهورة التى توجد فيها اذ ذلك بواسطة الازياج ثم يبحث فى هذه الكتب الخرافية عن
حال كل كوكب فيزعمون ان الكوكب القلانى اذا وجد فى المحل القلانى يكون نحسا
أو سعدا وغير ذلك من الجمل الخالية عن المعانى الصحيحة ويستنبطون منها النتائج
الفاسدة التى أتكرها الشرع وهجن الاشتغال بها

وقد بين تعالى الامور الغيبية الخمسة التى استأثر سبحانه بعلمها فقال فى كتابه الكريم
فى آخر سورة لقمان (ان الله عنده علم الساعة وينزل الغيث ويعلم ما فى الارحام وما
تدري نفس ماذا تكسب غدا وما تدري نفس بأى أرض تموت) فاذا كان القرآن
الكريم يخبر بأن معرفة هذه الامور ليست فى طوق البشر فكيف تقبل من واضى

تلك الاباطيل قولهم مثلا متكسب كذا غسدا ولا توجه الى المهل القلالي لثلاثته
وغير ذلك من الاخبار التي طالما كذبها العيان وهو أقوى برهان

والحاصل ان الاشتغال بتلك المسائل التي لا برهان لها صحيح والاعتقاد بان ذلك يكشف
حجاب الغيب ضرب من الشرك بالله روى أنه لما توفي ابراهيم بن النبي عليه الصلاة
والسلام انكسفت الشمس وكان بعضهم يرى أنها انكسفت لاجل موته فبلغ ذلك
النبي عليه الصلاة والسلام فقال (ان الشمس والقمر لا ينكسفان لموت أحد ولا حياته)
وجاء في الحديث القدسي (أصبح من عبادي مؤمن بي وكافر بي فأما من قال مطرنا
بفضل الله ورجيته فذلك مؤمن بي كافر بالكواكب وأما من قال مطرنا بنوء كذا
فذلك كافر بي مؤمن بالكواكب) ومعنى ذلك أن المؤمن بالله ينكر تأثير الكواكب
والكافر بسند المطر الى تأثيرها (١) ونتيجة ما تقدم أن لا تأثير للشمس والكواكب
في الامور العالوية من مثل موت انسان أو حياته أو وقوع خير أو شر في جهة من
الجهات بل هي من ضمن المخلوقات الواقعة عليها تأثير الفاعل المختار سبحانه وتعالى نعم
ان للسيارات تأثيرا طبيعيا بعضها على بعض بالنسبة لاجسامها وكثافتها ونحو ذلك وهو
ناجم عن الجاذبية العامة كما هو مشروح في علم الهيئة ولكن هذه التأثيرات لا تعلق
لها البتة بأحوال العالم

ويعلم من كتب التاريخ ان الله سبحانه وتعالى أوحى الى موسى عليه وعلى نبينا أفضل
الصلاة والسلام أن بعدم كل من اشتغل من أمته بهذا التوهم وادعى الاخبار عن
الغيب ومما يوجب الاستغراب ان جميع الانبياء عليهم السلام شتموا ساقهم لمنع من
يشتغل من أممهم بتلك الافكار الواهية فلم يتيسر لهم منهم منعا كلياً مع ان كل من
يكون له أدنى الملم بعلم الهيئة يعلم ان لا تأثير للكواكب في أمور العالم

(كلام على بعض الاسطرلابات)

(١٤٨) لما كان الاسطرلاب من أدل العلامات على رسوخ قدم المتقدمين في العلوم
كان له شأن عظيم عند علماء أوروبا ولا سيما المشتغلين بالكشف عن الدرجة التي
وصلت اليها العلوم الشرقية ولذلك تراهم يبحثون عن أحوال هذه الآلة ويجهدون
في تعيين تاريخ اصطناعها

(١) راجع فصل ابطال مناهة النجوم من مقسمة تاريخ المتقين مبد الرحمن بن خلدون

ويوجد منها عدة في أوروبا . أولها الاسطرلاب الذي بكتبخانة باريس مكتوب عليه ان أحمد بن خلف صنعه برسم جعفر ابن المكتنى بالله ولم يذكر التاريخ ولكن من المعلوم ان المكتنى بالله هو من خلفاء العباسيين وكان حاكما ببغداد في سنة ٢٩٥ هجرية مذكور كان عمره ٣٣ وبقي حاكما فيها مدة سبع سنين وكان له من الاولاد ثمانية ذكور وثمان اناث ولا بد أن يكون هذا الاسطرلاب صنع لاحد اولاده المسمى بجعفر فيمكن القول بالتضمن ان تاريخ صناعته كان قريبا من سنة ثلثمائة وعشرين

وهذا الاسطرلاب يشتمل على أربعة ألواح على وجهى كل منها رسوم فيكون فيه ثمان صفائح ولكن لا توجد دوائر السموت الاعلى الصفيحة الثالثة ولا يوجد على الاخرى الا المقنطرات وخطوط الساعات والقطران المتقاطعان ويرى من رسوم هذا الاسطرلاب ان صناعة عمله كانت متأخرة في ذلك العهد ولم تتقدم الا بعده

وفي عنكبوته البروج الاثنا عشر وشظايا سبعة عشر كوكبا وهي (١) رأس الحوا و (٢) النسر الطائر و (٣) المنكب و (٤) الرايح و (٥) الفك و (٦) الواقع و (٧) الردف و (٨) رأس الغول و (٩) العيوق و (١٠) الكف الخضيب و (١١) قلب الاسد و (١٢) الشعرى الشامية و (١٣) منكب الجبار و (١٤) الدبران و (١٥) (الشعرى) اليمانية و (١٦) رجل الجبار و (١٧) قلب العقرب

وأما عروض الصفائح فهي دقيقة ثمانية

(١)	عرض مكة	كا	ساعات	٥	مح	مح	(٥)	عرض	لد
(٢)	»	كد	»	»	»	ل	(٦)	»	لو
(٣)	»	كطيه	كز	»	»	يد	(٧)	»	اط ساعات ٥ به
(٤)	»	لا	»	»	»	و	(٨)	»	حران لز ساعات ٥ يد لو

وهذا الاسطرلاب يختلف عن الاسطرلابات الآتى بيانها في درجة الصناعة فان صناعة هذا لم تكن تامة الاتقان كما تقدم ذكره ولذلك ابتدأنا بذكره لتظهر كيفية ترقى هذا الفن عند العرب ووقت ابتداء الترقى

وثانيها — اسطرلاب موسيو مارسل قطر دائرته يساوى ثلاثة أصابع فرنساوية وتاريخه (خيه) أى ٦١٥ هجرية وصانعه أبو بكر بن يوسف المراكشى وعليه كتابة بالخط الكوفى وهذا الاسطرلاب مع صغر حجمه يحتوى على رسوم عديدة في غاية من

الاتقان وهو يشتمل على أربعة ألواح وهي عبارة عن ثمان صفائح رسمت لعرض مكة
والمدينة وستة والمريّة واشييلية وقرطبة وطليطلة وسرقسطة وفي عنكبوته شظايا
أحد وعشرين كوكبا

وثالثها - اسطرلاب الموسيو دورن الذي شرحه في رسالة قدمها الى دارفنون
بترسبورغ وهذا الاسطرلاب محفوظ جيدا صنع في العصر الثاني من الميلاذ ثم شرح
الموسيو المذكور في رسالته أسطرلابا آخر موجودا بكتبخانة بطرسبورغ الملوكة وهو
مصنوع من خشب مكتوب عليه عبارة باللغة الفرنساوية يفهم منها انه صنع لاجل
القبيلين العثمانيين بعد سنة ١٧٣١ ميلادية

واسطرلاب الموسيو دورن المذكور قد اشتراه موسيو موخنسكي في حلب من الشيخ
عبد الله الطرابلسي وهو مصنوع من نحاس أصفر وفيه سبعة ألواح أعني أربع
عشرة صفحة امروض سرنديب وبغداد وغيرها الى عرض ٥١ درجة وعنكبوته
تحتوي على زيادة عن عشرين شظية من شظايا الكواكب وقال بآئمه ان هذا
الاسطرلاب كان للعالم الشهير نصير الطوسي ولكن لم يبق على صحة هذا القول
دليل

ورابعها - الاسطرلاب الموجود في كتبخانة فرانسوا وعليه هذه العبارة (صنع هذه
الصفحة محمد بن فتوح البخاري بمدينة اشبيلية عمرها الله في سنة خيه الهجرة) (١)
 وخامسها - الاسطرلاب الذي وجدته الموسيو ترومار مكتوب على احدى جهتي كرسية
(الجامعة للأعمال والعروض صنعها وابتدوها على بن ابراهيم المظفر) وعلى الجهة
الانثى (الشيخ علي بن محمد الدربندي عفا الله عنه في سنة ذلح ٧٣٨) وفي عنكبوته
شظايا لثمانية وخمسين كوكبا

وسادسها - الاسطرلاب الموجود بكتبخانة برلين مكتوب عليه بالخط الكوفي (عمل
محمد بن المال بمدينة طليطلة في سنة عشرين واربعمئة) وعلى عنكبوته ٢٩ شظية
وفيه تسعة ألواح مرسوم على وجهي ثمانية منها ستة عشر مقنطرة وعلى وجهي
التاسعة صفيحتان موضعتان لعرضين مختلفين وصفائح المقنطرات المذكورة هي
لعروض البلاد الآتية (١) جزيرة مرنديب أي جزيرة الباقوت و (٢) غانه و (٣)
صنعا و (٤) سبا و (٥) مكة و (٦) المدينة و (٧) القلزم و (٨) مصر و (٩) القيروان

(١) ان صاحب الاسطرلاب الذي بالهدنة هو من صانع هذا الاسطرلاب وصنع هذا بعد ذلك بسنتين

و (١٠) سرمن رأى و (١١) سمرقند و (١٢) قرطبة و (١٣) طليطلة و (١٤) سرقسطة و (١٥) القسطنطينية و (١٦) آخر العمران ومبين فيها أطول نهار لكل من هذه الجهات ولكن في عروضها سهو بقدر أربع درجات

وسابعها وثامنها - اسطرلابان موجدان في أتيكخانه اسبانيا مرسومان في الكتاب الفرنساوي المسمى بفتح العرب (١)

وتاسعها - الاسطرلاب الموجود في كتيخانه لوندرة وهو في غاية من الاتقان صنع لأجل حسين خان من صفويه

وعاشرها - الاسطرلاب المحفوظ بكتيخانه مهندسخانة الاستانة وقد سبق تفصيله وحادي عشرها - الاسطرلاب الذي وجدناه بالقاهرة وقت طبع هذا الكتاب وهو مصنوع بدار السعادة وقد سبق الكلام عليه أيضا

وأكثر هذه الاسطرلابات مكتوب عليها بالخط الكوفي ما عدا التي صنعها الترك أو الهم فمكتوب عليها بقاعدة الخط التركي أو الإيراني ويوجد في بعضها ألفاظ لاتينية كما تقدم بيان ذلك ولا شك أنه يوجد اسطرلابات سوى ما ذكر في محلات أخرى
(أسماء الكتب والرسائل التي ألفت في الاسطرلابات)

(١٤٩) قد ألفت في الاسطرلاب كتب عديدة منها كتاب جامع المبادئ والغايات في علم الاوقات تأليف أبي الحسن المراكشي ألفت هذا الكتاب في سنة ٦٢٧ هجرية وتكلم فيه مؤلفه على علم الحساب والهندسة والهيئة وكيفية رسم الاسطرلاب وهو عربي العبارة موجود منه نسختان بالخط والاشكال احدهما في كتيخانه استانبول التي بجوار باب حديقة المغفورة السلطان عبد الحميد الاول طاب ثراه والاخرى في كتيخانه اياصوفية ويوجد غير هذا الكتاب رسائل عديدة في كيفية استعمال الاسطرلاب باللغات التركية والعربية والفارسية وبعضها مطبوع بل مكتوب بخط التعليق وقلما توجد كتيخانه في بلاد الاسلام لم يكن فيها رسالة من هذه الرسائل

ودونك أسماء الكتب والرسائل الاخرى التي تبحث عن هذه الآلة

(١) اسم مؤلفه كوستافلورون ادمترجه

Ptolemaei planisphaerium, Iardani planisphaerium.

Frederici commandini urbinatis in Ptolemaei planisphaerium commentarius. Aldus.

Venetis. MDLVIII

Elucidatio fabricae ususque Astrolabii. A Ioanne Stafferino Iustingensi viro germano : atque totius sphaeris doctissima nuper ingeniaque concinnata atque in lucem edita. Oppenheim. 1513.

Bulletin scientifique publié par l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome V, 1839 page 81-96. Kurze Nachricht von swei Astrolabien mit morgenlaendischen Inchriften von B. Dorn. (Lu le 19 octobre 1838.)

Ibid Tome IX, 1842, page 60-73, über ein drittes in Russland befindliches Astrolabium mit morgenlaendischen Inchriften von B. Dorn. (Lu le 14 mai 1841.)

Bulletin de la classe historique philologique de l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome 1^{er} 1842, page 353-366, über ein viertes in Russland befindliches mit morgenlaendischen Inchriften von B. Dorn (Lu le 12 janvier 1844)

Supplément au traité des instruments des Arabes par M. L. Am. Sédillot (Paris, imprimerie royale MDCCXLIV, page 149-194).

Mélanges asiatiques tirés du Bulletin historico-philologique de l'académie impériale des sciences de Saint-Petersbourg, tome II., 5^e livraison 1856, lettre de M. Khanykoff à M. Dorn, page 437 et suiv. (und besonders).

Ibid. Extrait d'une lettre de M. Khanykoff à M. Dorn, page 505 et suiv. (und besonders, page 508 und 509).

Description of a planisphere Astrolab constructed for Shah Sultan Hussein Safavi, king of Persia and now preserved in the British Museum comprising an account of the Astrolabe; generally, with notes illustrating and explanatory: to which are added concise notices of twelve other astrolabes Eastern and European hitherto undescribed. By William H. Marley, London 1856.

Ueber ein in der Kaeniglichen Bibliothek zu Berlin befindliches Arabisches Astrolabium von F. Waepke.

(نبذة تاريخية في الاسطرلاب)

(وشرح لفظه)

(١٥٠) الاسطرلاب لفظ مركب من كلمتين لاتينيتين (اسطر) بمعنى كوكب وعلى الاصح جرم سماوي و (لايوم) بمعنى لوحة أو صفحة وقد خففت الكلمة الثانية فصار الاسم اسطرلاب واستعملها بعضهم بدون تحقيق فقال اسطرلايوم وهو كما لا يخفى عبارة عن تسطح هيئة الكرة السماوية على ألواح صغيرة يمكن بواسطتها اجراء الحسابات المتعلقة بالاجرام السماوية وأول من ابتكر هذه الآلة واشتغل بها هو بطليموس الذي عاش بالاسكندرية في القرن الثاني من الميلاد وبقيت على ما كانت عليه الى زمن المأمون أحد خلفاء العباسيين أي الى المائة الثانية من الهجرة النبوية ولما كان لذلك الخليفة ولوع بالعلوم وشغف بنشرها ولا سيما علم الهيئة كان ذلك من أسباب تقدم هذا العلم وظهر بعد قليل الاحتياج للآلات الرصدية الدقيقة فاستغل العلماء بتحسين الاسطرلاب واتقان صنعه حتى وصلوا الى عمل اسطرلابات في غاية من الضبط ولما تقدمت العلوم الرياضية في بغداد صنعوا بعد ذلك التاريخ بمائة سنة اسطرلاب جعفر بن المكني بالله الذي تقدم الكلام عليه في الملة (١٤٨) ثم استمروا في تحسينه واشتهرت بغداد ومصر والاندلس بصناعته

ثم لما ظهر ما بين الستمائة والثمانمائة من الهجرة جنكيز وهلاكو و تيمور لكان ومن شاكلهم من الذين خربوا البلاد وأتعبوا العباد وانقضت الدولة الاندلسية وتجمع أهل الصليب على المسلمين وتفرق الخلفاء والملوك من عدم الاتفاق تخربت مدارس تلك البلاد التي كانت ينبوع العلوم واندست مدارسها وانمحقت كتبها وأهينت علمائها ولم يبق شيء من علوم العصر الاول فأصبحت نسيا منسيا واستقر هذا الخلل في الشرق الى أيامنا هذه حيث ضاع شأن تلك الآلات النافعة ولم يبق فيها من يصنعها بل وانمحق منها أكثر الآلات التي صنعت قديما وكذا أسماءها ولم يبق منها الا أن القليل في بعض الكتب ففاننا على وجه انها أمثبات

هذا ولم نر في الرسائل المبينة لاستعمال الاسطرلاب انه استعمل لسير السفن في البحار مع انه يمكن ذلك بغاية السهولة فادأخذ ارتفاع أحد الكواكب التي لها شظايا في الآلة ووضعت شظيته اما شرقا واما غربا على المقنطرة المقابلة لذلك الارتفاع المرسومة على الصفحة التي عرضها عرض المكان الذي فيه السفينة فيعلم سمت

الكوكب المذكور ويتيسر حينئذ توجيه السفينة بالنسبة لهذا السميت وقد اطلعنا في قاموس اوتوشيا مارك النمساوي في الصحيفة ١٢٤٣ أنه سيرفرانس دراقه في سفره الثاني الى أميركا سنة ١٥٧٠ قد استعمل الاسطرلاب لهذا الغرض واسطرلابه موجود الآن في أتيكنانة غرانويج بلوندره

ويمكن استعمال الاسطرلاب في رسم الخريط أيضا لانه كما يستعمل لاختذ ارتفاعات النقط على سطح الارض ومعرفة التفاضل الذي بين بعضها والبعض الآخر كذلك يمكن استعماله لاختذ البعد بين نقطتين على سطح الافق وحينئذ لا صعوبة في نقل تلك النقط على خريطة ورسم منحنيات ارتفاعها ولاجراء هذا العمل لابد من ثلاثة امور الاول امكن وضع الآلة رأسيا أو أفقيا الثاني طريقة يتحقق بها من وضعها الافق الثالث ابرة مغناطيسية فيها فلاجل وضعها رأسيا تؤخذ عصا في طرفها الاعلى شكل وتثبت في الارض ويعلق الاسطرلاب في هذا الشكل بحيث يمكن تحريكه في جميع الجهات ولاجل وضعها أفقيا توضع على ثلاث أرجل ويتحقق من انقيتها بواسطة ميزان التسوية وأما البرة المغناطيسية فيمكن وضعها على جهة الكرسي التي على ظهر الاسطرلاب هذا ولزيادة الضبط يلزم ان هدفتي العضادة تكونان كبيرتين ويوضع في قصتهما شعرتان رأسيان

الفصل الثاني

(في بيان ربع المنطرات)

(١٥١) من أشهر ما يستعمله الميقاتيون آلة تسمى بالربع وهي قطعة من خشب مرسوم على وجهها أشكال مخصوصة ويسمى أحد وجهيها ربع المنطرات والآخر بالربع المجيب وتبدأ هنا ببيان الاول فنقول

ربع المنطرات هو عبارة عن شكل يحتوي على جميع المنطرات الشرقية المرسومة على الاسطرلاب وقد سبق الكلام عليها تفصيلا فلا حاجة الى تكراره هنا وانما تعرض لذلك اجمالا فنقول

متى أريد عمل ربع المنطرات ترسم دائرة المعذل على قطر (ن ن) (شكل ٨١) تناسب طول الربع المطلوب ثم يرسم بالنسبة لعرض البلد

أولا - المدارات الثلاثة بالطريقة المذكورة في القسم الاول من المادة (١٣٥)

وثانيا - المقنطرات والسموت بالطريقة المذكورة في القسم الثاني والثالث من تلك المادة وقد اكتفينا برسم القليل منها لئلا تزدحم رسوم الشكل

وثالثا - دائرة البروج بالطريقة المذكورة في المادة (١٣٨) مع مراعاة ما بين في تنبيه تلك المادة من وجوب رسمها من خط المشرق الى نقطة تلاقي خط الزوال بمدار الجدى ومدار السرطان

ورابعا - خطوط مغيب الشفق أعني خطوط العشاء والامساك وصلاة العيد بالطرف المبينة في المادة (١٣٩) في رسم لوقت العشاء مقنطرة تحت الافق بقدر ١٧ أو ١٨ درجة ولوقت الامساك مقنطرة تحته بقدر ٥ ر ٢١ درجة ولوقت صلاة العيد مقنطرة فوقه بقدر خمس دقائق وتعين مناظر هذه المقنطرات فتحدث الخطوط (ل ل ح) ولكن يلاحظ انه اذا اريد ابقاء الخطين (ل ل) في موضعيهما وجب جعل الربع عريضا فلاجل ذلك يستحسن تدوير الشكل (ن د هـ هـ) حول الخط (ن د) حتى يقع الخطان (ل ل) في (ل ل)

وخامسا - خط الظهر وخطا العصر الاول والثاني أما خط الظهر فيكون (ن د) لانه عبارة عن خط الزوال وأما الخطان الآخران فيرسمان بأحدى الطريقتين المذكورتين في المادة (١٤٠)

وسادسا - سمت القبلة فتعينها بالطريقة المذكورة في المادة (٩٠) ثم نرسم في (ع) زاوية مساوية لضعفها ونصل نقطة (ع) الى سمت الرأس (ب) فتحدث نقطة (س) نجعلها مركزا ونرسم منها خط سمت القبلة

وسابعا - القوس (د د) الذي هو قوس الارتفاع ونقسمه الى تسعين درجة ونضع عليها الأرقام طردا وعكسا وكذلك نقسم القوس (هـ م) بقدر درجاته ونضع عليها أرقامها

وثامنا - الظل فبدلا عن ان يبقى الجزء (ن م م) خاليا يرسم على محيطه بالطريقة المبينة في المادة (١٤١) الظلال المبسوطة والمنكوسة وفي أكثر الآلات ترسم الظلال المبسوطة فقط لجميع الأقواس التي أقل من تسعين درجة وقد يرسم فيه أيضا خط العصر الآفاق الاول والثاني بالطريقة المبينة في المادة (١٤٢) وميول الشمس بالكيفية المبينة في مادة (١٤٣) وخطوط الساعات الزمانية الآفاقية المذكورة في مادة (١٤٤)

جميع هذه الرسوم يلزم عملها على لوحة منتظمة وبعد اتمامها تقطع على الشكل المبين في اللوحة (٣١) ثم يعمل ثقب دقيق في المركز (ن) ويوضع فيه انبوبة من نحاس يمر منها خيط من الحرير معلق في طرفه شاقول ويعقد على ذلك الخيط خيط من لون آخر يستعمل لبيان النقط يسمى بالمرى هذا ولما كانت ارباع المقنطرات المتعارفة الآن مرسوما عليها خطوط الامساك والعبد والشفق وسمت القبلة بطريقة يصعب استعمالها فقد رسمتها انا بطريقة سهلة الاستعمال عريضة عن الاشكال كما ترى

(في بعض ابضاحات مختصة بكيفية استعمال ربيع المقنطرات)

(١٥٢) ان ما ذكر في مادة (١٤٧) من طرق استعمال الاسطرلاب يمكن تطبيقه هنا على استعمال ربيع المقنطرات والاكتفاء بما ذكر هناك ولكن لا بأس بالامناع ببعض ابضاحات مقربة للمطلوب ميسرة للمرغوب فوجه اليها الالتفات وتذكر ما فات كما ان درجة الشمس الميمنة على دائرة بروج عنكبوتية الاسطرلاب تدور عند ارادة العمل به كذلك في ربيع المقنطرات يوضع الخيط المعلق في المركز (ن) على درجة الشمس وتعين نقطة تلاقيه بها ثم يحرك الخيط فالتقطة المذكورة أي المرى ترسم مدار الشمس في اليوم المقروض

واذا وضع المرى على الافق فالخيط يلاقى قوس الارتفاع في نقطة تبعد عن خط الزوال بقدر درجات نصف قوس النهار واذا وضع على خط صلاة العيد فالخط يلاقى قوس الارتفاع أيضا في نقطة تبعد عن خط الزوال بقدر الدرجات التي بين وقت الزوال وصلاة العيد ثم اذا وضع على خط سمت القبلة فتحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والشمس عند ما تكون في سمت القبلة واذا وضع على خط العصر الاول فتحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والعصر الاول وكذلك اذا وضع المرى على خط العصر الثاني فتحدث زاوية بين الخيط وخط الزوال مساوية للبعد بين الزوال والعصر الثاني

فاذا حولنا بعد ذلك جميع تلك الكميات القوسية الى كميات زمانية بحساب أربع درجات لكل دقيقة زمانية وخمس عشرة درجة لكل ساعة وطرحنا ما يحدث لوقت صلاة العيد أو لتعيين جهة القبلة من وقت الزوال أو وضعنا ما يحدث لوقت العصر الاول أو الثاني الى وقت الزوال نعلم جميع الاوقات المذكورة

وأما وقت الزوال نفسه فحيث أنه عبارة عن مدة نصف الليل يمكن معرفته بالساعات
الغروية من تحويل نصف قوس النهار الى كمية زمانية وطرحها من ١٢ وتضعيف
هذه الكمية تعلم مدة الليل وانتهائه يعلم من وقت شروق الشمس

ولعرفة وقت العشاء ووقت الامساك يوضع المري على درجة الشمس ويحرك حتى يقع
على خط العشاء فالقوس الذي بين الخيط وخط الزوال يكون مساويا للبعد بين وقت
العشاء ونصف الليل ويوضع المري على خط الامساك يكون القوس الذي بين الخيط
وخط الزوال مساويا للبعد بين نصف الليل ووقت الامساك وحيث ان وقت العشاء
يقع قبل نصف الليل ووقت الامساك بعده فبعد تحويل القوس المذكورة الى كميات
زمانية يلزم في الحالة الاولى طرحها من وقت الزوال وفي الثانية ضمها اليه

والحاصل ان خط الزوال يعتبر مبدأ لاستخراج جميع الاوقات فلاجل تعيين الاوقات
النهارية التي قبل الزوال تحول أقواسها الى كميات زمانية ونطرح من وقت الزوال
ولتعيين الاوقات النهارية التي بعده تظم تلك الكميات اليه وكذلك لاستخراج
الاوقات الليلية كالعشاء والامساك يعتبر خط الزوال خط نصف الليل ويؤخذ مبدأ
ويعين الوقت الذي قبل نصف الليل بطرح تحول قوسه من وقت الزوال ويعين الوقت
الذي بعد نصف الليل بضم تحول قوسه الى وقت الزوال

ويمكن استعمال الربع أيضا لاختد ارتفاع الشمس واستخراج فضل الدائر لتصحح
الساعات وكيفية ذلك أن يمسك الربع عموديا على الافق ويوجه حرقه العاري من
الهدفة نحو الشمس ويحرك رويدا رويدا حتى يستر ظل الهدفة العليا الهدفة السفلى
فالقوس الذي بين الخيط وخط المشرق أي القوس الخارج من الخيط والمنتهى الى
حرف الربع الخالي عن الهدفة يكون عبارة عن درجات ارتفاع الوقت وينتج من ذلك
أنه اذا وضع المري على درجة الشمس في اليوم المفروض وحرك الخيط الى أن يجيء
المري على مقطرة درجة ارتفاع الوقت فالزاوية الحادثة بين الخيط وخط الزوال تكون
عبارة عن فضل الدائر فان كان الارتفاع شرقيا بطرح من وقت الزوال وان كان
غربيا بضم اليه فتعلم ساعة الوقت ويلزم للتكدين اسقاط ثمان دقائق

وأما كيفية استعمال الرسوم الاخرى التي على الربع كخط العصر الاتفاقي وخطوط
الساعات الزمانية الاتفاقية فقد سبق ذكرها فيما تقدم فلا داعي الى الاعداد وقد
ضربنا صفحا عن ذكر كثير من المسائل المختصة بهذه الآلة لاستفاضتها أولقطة افادتها

وقد افرد لهذه الآلة كثير من الرسائل العربية والفارسية وقد ترجم بعضها الى التركية أحد أهل كدوس وطبعها فن أراد الاطلاع على ما تركناه من المسائل فعليه (بترجمة الكدوسي) المذكورة وهي بهذا الاسم مشهورة

(القسم الثاني)

(في جيوب الزوايا وحل المسائل)

(الفصل الاول)

(في بيان الربع المجيب)

(١٥٣) الربع المجيب ويقال له ربع الدستور هو عبارة عن الرسوم التي تراها في الشكل (٨٢) على الوجه الثاني من ربع المقنطرات وقد عرفت فيما تقدم انه يرسم على أحد ارباع الاسطرلاب وهو مخترع في خوارزم واكن لا يعلم وقت اختراعه ويظهر أن علماء الاسلام من أهل الرصد كانوا يستعملونه قديماً لتعيين الاوقات الشرعية كأوقات الصلاة وما يتعلق بها كتعيين عروض البلدان ثم استعملوه فيما بعد لحل المسائل التي تحصل الآن بواسطة الجداول اللوغاريتمية ومن المجيب أن الاولين اخترعوا هذه الآلة بمجرد العلوم القديمة أي قبل اختراع الهندسة الوصفية والاشارات الجبرية التي بواسطتها تسهل البراهين والمباحث المتعلقة بها وقد اطاعت على نحو عشرة من الكتب والرسائل المختصة بهذه الآلة فلم أجد فيها سوى أسماء الخطوط وكيفية العمل بها وجميع المسائل المذكورة في تلك الكتب محلولة كلها بجمل قولية لاشارات جبرية ولذلك يصعب على القارئ فهمها من أول وهلة مع أنها عبارة عن قوانين من علم الهيئة ومن حساب المثلثات متولدة من الارتباطات التي بين اضلاع مثلثات مستوية مفروضة داخل كرة وزواياها كما سنبين ذلك في الفصل الرابع ولم نجد ما يدل على حل المثلثات الكروية التي يمكن فرضها على سطح الكرة

والحاصل ان الربع المجيب آلة ذات شأن اخترعت بواسطة الهندسة الاقليدية فقط ويمكن بواسطتها حل جميع المسائل المتعلقة بالمجيب وتمام المجيب والمماس وتمام المماس والسهم وتمام السهم بدون ان ينشأ عن ذلك خطأ ما واذا نشأ فلا يتجاوز خمس دقائق ومنشرح هذه الآلة في الفصول الاتبعة فبين أول القواعد المبني عليها

رسمها وثانياً عمليات الجمع والطرح والضرب والقسمة والترفييع والتجذير التي يمكن
اجراؤها على جيوب الزوايا وتعامها ومماساتها وتعامها وأهمها وتعامها وثالثاً كيفية
تطبيق القوانين الحديثة على المسائل التي كانت تحلها علماء العرب بالجمل القولية
كالمسائل المتعلقة بالاوقات الشرعية

(الفصل الثاني)

(في كيفية رسم ربع الدستور وبيان أسماء خطوطه)

(١٥٤) تؤخذ لوحة من معدن أو من خشب مستوية السطح سمكها ستيفر ونصف
أوستيفران ويرسم عليها الخطان العموديان (ب ح) و (ب د) شكل (٨٢) وتقرض
نقطة (ب) مركزاً ويرسم منها ربع الدائرة (ح د) المسمى قوس الارتفاع أو الربع
أوربع المحيط

ثم يقسم نصفي القطرين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسمًا أقسامًا متساوية ويرفع
من كل قسم عمود ينتهي الى ربع المحيط فهذه الأعمدة تبين جيوب الزوايا وتعامها
وحينئذ يسمى نصف القطر (ب د) (الذي في جهة اليسار) بالسيتني والخطوط
العمودية عليه تدل على الجيوب المبسوطة ويسمى نصف القطر (ب ح) (الذي في
الجهة اليمين التي فيها المهدفتان) الجيب التام أو جيب التمام والخطوط العمودية عليه
أي الموازية للسيتني تدل على الجيوب المنكوسة

وحيث ان الجيوب المبسوطة موازية لخط جيب التمام فطول كل منها يقرأ على الخط
المذكور وكذلك حيث ان الجيوب المنكوسة موازية للسيتني فطول كل منها يقرأ
عليه

وبعبارة أخرى الأرقام التي على خط جيب التمام تدل على أطوال الجيوب المبسوطة
الموازية له والأرقام التي على السيتني تدل على أطوال الجيوب المنكوسة الموازية له
وعلى ذلك فالجيوب المبسوطة للزوايا تكون عبارة عن تمام جيوبها وجيوبها
المنكوسة تكون عبارة عن جيوبها والنقطة (ح) تسمى أول القوس والنقطة (د)
انتهاء القوس ويقسم الربع الى درجتان وان أمكن فالى انصاف درجات أو ارباع
درجات وتكتب أعدادها من خمس درجات الى خمس درجات من (ح) الى (د) اما
بالأرقام واما بحروف الجمل وتسمى بالأعداد المستوية ومن (د) الى (ح) وتسمى

حينئذ بالاعداد المعكوسة ثم يكتب كذلك على (ب ح) و (ب د) أى على الستينى وعلى خط جيب التمام أعدادها بتلك الكيفية أى مستوية ومعكوسة فالاعداد المكتوبة من (ب) الى (ح و د) تسمى بالاعداد المستوية والاعداد المكتوبة من (ح و د) الى (ب) تسمى بالاعداد المعكوسة وسيرد عليك فيما يأتى استعمال هذين اللفظين كثيرا فتتق من معناهما الآن حتى لا يكون للالتباس امكان

ونصف الدائرة (و ك) المرسومة على الستينى (ب د) يسمى بالتجريب الاول ونصف الدائرة (و ك) المرسومة على جيب التمام (ب ح) يسمى بالتجريب الثانى وربع المحيط (ه ه) يسمى بالميل الاعظم وستعرف وجه هذه التسمية فى فائدة المادة الآتية وفى المادة (١٧٠) والخط المسمى (ل ل) يسمى بخط العصر الاول وسندين كيفية رسمه فى المادة (١٨٠)

والخط (ب ع) هو محيط يمر بالمركز (ب) ومعلق فى طرفه الشاقول (ع) ويلف على المحيط قطعة صغيرة من خيط ذى لون آخر كما ترى فى (٤) يمكن تحريكها على (ب ع) لبيان النقطة المطلوبة

(ملحوظ)

بدلا من تقسيم نصفي القطرين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسما متساوية يمكن تقسيمهما الى تسعين قسما كذلك فى هذه الحالة يسمى الضلع (ب د) بانسعينى وبدلا من اجراء التقسيمات بهذه الكيفية يمكن من كل درجة من درجات ربع المحيط ازالة عمود على كل من نصفي القطرين المذكورين وبذلك يعلم جيب كل درجة وتتمام جيبها ولكن يحدث من ذلك صعوبة فى العمل وهى ان الاعمدة النازلة على جيب التمام من نقط الربع القريبة من أول القوس يتقارب بعضها من بعض جدا وكذلك الاعمدة النازلة على الستينى من النقط القريبة من منتهى القوس فلهذا أبقى الآلة على ما كانت عليه قديما ورسمناها بتقسيم كل من الضلعين (ب ح) و (ب د) الى ستين قسما متساوية

(فى كيفية ايجاد جيب زاوية مفروضة وتمام جيبها وبالعكس)

(١٥٥) عذ من أول القوس (ح) بقدر درجات الزاوية المطلوب جيبها ولنفرضها مساوية للقوس (ح م) ثم ادخل من نهاية (م) على الستينى بالجيب المبسوط

(م م) مجد في (م) العدد المستوي المقابل لطول الجيب المطلوب (ب م) وان دخلت من (م) على جيب تمام بالجيب المنكوس (م ط) تجد في (ط) العدد المستوي المقابل لطول تمام الجيب المطلوب (ب ط)

وللبرهنة على ذلك نقول حيث ان الزاوية المفروضة هي (ح ب م) فلنا في المثلث (م ط ب) القائم الزاوية

$$\frac{\text{ط م}}{\text{م ب}} = \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\frac{\text{ط ب}}{\text{م ب}} = \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

ومنها

$$\text{ط م} = \text{م ب} \times \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\text{ط ب} = \text{م ب} \times \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

ومن حيث ان

$$\text{ط م} = \text{م ب} \quad \text{و} \quad \text{م ب} = \text{ب} \quad \text{و} \quad \text{ب} = ٦٠$$

تؤول المعادلتان الاخيرتان الى

$$\text{ب م} = ٦٠ \times \text{جيب (الزاوية المفروضة)}$$

$$\text{ط ب} = ٦٠ \times \text{تمام جيب (الزاوية المفروضة)}$$

وهو المطلوب اثباته

وبناء على ذلك اذا قسم الجيب وتمام الجيب المعينان بهذه الكيفية على العدد ٦٠ يخرج الجيب وتمام الجيب المستعملان اليوم في الجداول للزاوية المفروضة لان هذه الجداول محسوبة بفرض ان نصف القطر يساوي واحدا واما نصف قطر الاكلة فيساوي ٦٠ ولذلك تكون الكميات المستخرجة بواسطة الربع اكبر من الكميات المستخرجة من تلك الجداول بستين مرة

والحاصل ان جيب الزاوية (ح ب م) هو العدد المبين على الستين بالنقطة (م) التي هي موقع العمود (م م) النازل عليه من نقطة (م) وتمام جيبها هو العدد المبين على جيب تمام بالنقطة (ط) التي هي موقع العمود (م ط) النازل عليه من نقطة (م) فبقراءة الاعداد نجد

$$\text{جيب (القوس } ٣٠ \text{ م)} = \text{ب م} = ٣٣$$

$$\text{تمام جيب (القوس } ٣٠ \text{ م)} = \text{ط ب} = ٥٥$$

وإذا زادت الزاوية المقروضة عن تسعين درجة يلاحظ ان جيب أى زاوية يعادل تمام جيب تمامها أهى تمام جيب الزاوية التى يلزم اضافتها اليها ليحصل تسعون درجة ويعادل أيضا جيب متممها أى جيب الزاوية التى يلزم اضافتها اليها ليحصل مائة وثمانون درجة وان تمام جيبها يعادل جيب تمامها ويعادل أيضا تمام جيب متممها بعلامة الناقص وبعبارة أخرى اذا رمزنا للزاوية المقروضة بالحرف (ن) لنا

$$\text{جيب } ن = \text{تمام جيب } (٩٠ - ن) = \text{جيب } (١٨٠ - ن)$$

$$\text{وتمام جيب } ن = \text{جيب } (٩٠ - ن) = - \text{تمام جيب } (١٨٠ - ن)$$

وعلى ذلك متى كانت الزاوية زائدة عن تسعين درجة تطرح من المائة والثمانين ويبحث عن جيبها وتمام جيبها بمقتضى هذين القانونين

(فائدة)

إذا رسمنا على السيتى نصف الدائرة (ن ك) شكل (٨٢) و (٨٣) فالبعد (ب ح) الذى بين المركز (ب) ونقطة تقاطع الخيط بنصف الدائرة المذكورة يكون مساويا لنقط (ب م) الذى هو جيب القوس المنتهى فى (م)

برهان ذلك ان المثلثين (م م ب) و (ب ح د) القائمى الزاوية شكل (٨٣) متساويان لان الزاوية (ب) مشتركة بينهما وزاوية (ح) التى رأسها على نصف الدائرة تساوى القائمة (م) فتكون (م) مساوية للزاوية (د) والوتر (ب م) يساوى الوتر (ب د) لانهما نصفان قطران من الربع المقروض فالضلع (ب م) يساوى اذن الضلع (ب ح) وهو المطلوب

والحاصل انه مهما كانت الزاوية الميئة بالخيط فنصف الدائرة المرسومة على السيتى يفصل منه جزءا مساويا لجيب تلك الزاوية ولذلك يسمى نصف الدائرة المذكور بالتجويب الاول وكذلك اذا رسمنا نصف دائرة على الجيب التام فحيطها ينصل من الخيط جزءا مساويا لتمام جيب الزاوية الميئة بالخيط المذكور ولذلك يسمى نصف الدائرة هذا بالتجويب الثانى وفى استعمال هذين التجويبين أهمية عظمى كما لا يخفى

هذا واذا عكسنا المسئلة أى فرضنا الزاوية مجهولة وجيبها أو تمام جيبها معلومين بأن يكون الاول مساويا لثلاث وعشرين والثانى لخمس وخمسين مثلاً تبحث عن العدد ٢٣ على

الستيني ونخرج منه على الجيب المبسوط فنلاقي على محيط الربع عدد درجات الزاوية المطلوبة وكذلك نبعث عن العدد ٥٥ على الجيب التام ونخرج منه على الجيب المنكوس فنلاقي على محيط الربع عدد درجات الزاوية المطلوبة وإذا كان في الأعداد المفروضة كسور نبعث عنها بوجه التقريب

(في كيفية إيجاد مماس زاوية مفروضة وتعام مماسها وبالعكس)

(١٥٦) قد بينا في المادة (١٤١) أنه لابد في استخراج المماس وتعام المماس بواسطة الآلات الرصدية من فرض قامة لها وكان المتقدمون يقدرونها بالأصابع أو بالأقدام أو بأجزائها فكانوا يقسمونها إلى ١٢ أو ٦ أو ٣ أو ١٠ قسما متساوية وأيا كانت الطريقة المتبعة في ذلك فإنه إذا أريد تحويل المماس أو تعام المماس إلى مقاديرهما المستعملة الآن في الجداول يلزم أن يلاحظ أن القامة المفروضة في الجداول تساوي واحدا فتكون الأعداد المبينة في الجداول أصغر من الأعداد المستخرجة بالآلات بقدر ما في قامتها من الوحدات إذا علمت ذلك فسنفرض هنا أن القامة مساوية لاثني عشر كما كان يفرضها علماء العرب ونبحث بهذا الفرض عن مماس أي زاوية وتعام مماسها

فإذا أردنا معرفة مماس الزاوية (ح ب م) مثلا شكل (٨٢) نضع الخيط (ب ع) على عدد درجاتها المرقوم على محيط الربع ونبعث عن نقطة تقاطع الخيط بالجيب المنكوس الخارج من العدد ١٢ الذي على الجيب التام وتكون (م) هذه النقطة فالجيب المبسوط المار بهذه النقطة يقطع الستيني في عدد هو قيمة الظل المطلوب .

$$\text{برهان ذلك} \quad \frac{\text{ص م}}{\text{ص ب}} = \text{مماس (ح ب م)}$$

ومنها

$$\text{ص م} = \text{ص ب} \times \text{مماس (ح ب م)}$$

وحيث أن

$$\text{ص ب} = ١٢$$

يكون

$$\text{ص م} = ١٢ \text{ مماس (ح ب م)}$$

ولكن ص م = ص ب = ١٢ ، ٢ ، ٥ تقريبا فهذا العدد هو قيمة الظل بفرض أن القامة تساوي ١٢ وإذا أردنا معرفة تعام مماس للزاوية المفروضة نبعث عن نقطة

تقاطع الخيط بالجيب المبسوط الخارج من العدد ١٢ الذي على الستين وتكون (م) فالجيب المنكوس المار بهذه النقطة يلاقى الجيب التام في عدد هو قيمة تمام المماس المطلوب لان

$$\frac{ب ص}{ص س} = \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ومنها

$$ب ص = ص س \times \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ومن حيث ان

$$ص س = ١٢$$

فيكون

$$ب ص = ١٢ \times \text{تمام مماس (ح ب م)}$$

ونجد بهذه الطريقة أن ب ص = ٢٩ بفرض ان القائمة تساوى ١٢

والحاصل ان لمعرفة مماس زاوية معلومة نضع الخيط على قدر قوسها من أول قوس الارتفاع وتنزل من جيب التمام على الجيب المنكوس المار برقم وحدات القائمة المقروضة فتلاقى الخيط في نقطة تخرج منها على الجيب المبسوط فيلاقى الستين في عدد المماس المطلوب ولمعرفة تمام مماسها تنزل من الستين على الجيب المبسوط المار بعدد وحدات القائمة المقروضة فتلاقى الخيط في نقطة تخرج منها على الجيب المنكوس فيلاقى الجيب التام في عدد تمام المماس المطلوب

واذا ضربنا المماس وتمام المماس المستخرجين بهذه الكيفية في ٥ نجد قيمتهما بالنسبة الى قائمة تساوى ٦٠ لانا اذا ضربنا ارتفاع المثلث في ٥ يلزم أن نضرب قاعدته المقروضة انها ١٢ في ٥ أيضا فقيمة المماس تكون حينئذ النسبة التي بين الخط المماس لخيط الربع المرسوم من آخر الجيب التام وبين هذا الجيب التام الذي صارت قيمته ٦٠ وقس عليه تمام المماس

وسنفرض هذه القائمة المنقسمة الى ٦٠ في جمع المسائل الآتية المختصة بضم المماس وتمام المماس الى الجيب وتمام الجيب أو بطرح بعضها من بعض هذا واذا كان المماس معلوما واريد معرفة زاويته تخرج من الستين بالجيب المار بقيمة المماس المقروض ان كانت القائمة ١٢ أو بخمس قيمته ان كانت القائمة ٦٠ ثم تخرج من الجيب التام

بالعدد ١٢ فنلاقى الجيب الاول في نقطة نضع عليها المحيط وهو يقطع محيط الربع على عدد درجات الزاوية المطلوبة وكذلك اذا كان تمام المماس معلوما فنخرج من الجيب التام من قيمة القائمة ان كانت ١٢ أو من خمسها ان كانت ٦٠ ثم نخرج من الستين بالعدد ١٢ ونضع المحيط على نقطة التلاقى فيقطع المحيط على درجة الزاوية المطلوبة

وعند استخراج المماس وتمام المماس للزوايا القريبة من التسعين درجة أو من الصفر يلاحظ أن الخط الخارج من القائمة المفروضة ١٢ لا يقطع المحيط داخل الربع ففي هذه الحالة يلزم اخراج خط من نصف القائمة أو من ثلثها أو من ربعها حتى يلاقى المحيط داخل الربع ثم بضرب الناتج في ٢ أو ٣ أو ٤ وكذلك اذا علم المماس وتمام المماس لزوايا من هذا القبيل واريدها معرفة يكتفى الاجراء بعكس ما ذكر

واذا كانت الزاوية المطلوب معرفتها أعظم من تسعين درجة يلاحظ أن

مماسها = تمام مماس (تمامها)

أو = - مماس (تمامها)

فيجربى العمل بموجب هذين القانونين كما تقدم فيما يتعلق بالجيب وتمام الجيب

(في معرفة السهم لقوس أو القوس لسهم)

(١٥٧) من المعلوم ان سهم قوس ما هو عبارة عن البعد بين أحد طرفيه وموقع العمود النازل على نصف القطر المار بالطرف المذكور من الطرف الآخر فيساوى اذن نصف القطر ناقصا تمام جيب القوس المفروض

ليكن (ح م) ذلك القوس شكل (٨٢) و (م ط) العمود النازل من نقطة (م) على نصف القطر (ب ح) فالبعد (ح ط) يكون هو السهم المطلوب وتعلم قيمته من العدد الذى على نقطة تلاقى الجيب المنكوس المار بنقطة (م) والجيب التام واذا كانت الزاوية المطلوب سهمها تزيد عن تسعين درجة بحيث ان سهم التسعين يساوى ستين وسهم الفرق بين تلك الزاوية والتسعين درجة يساوى جيبها فيلزم استخراج هذا الجيب و اضافته الى الستين فيكون المجموع هو سهم الزاوية المفروضة

وينتج من ذلك ان النهاية العظمى للسهم بالنسبة الى شكل ربع الدستور هي مائة وعشرون وهو سهم الزاوية التى قيمتها مائة وثمانون درجة وحيث ان سهم كل زاوية أعظم أو أقل من الزاوية المذكورة هو أقل من مائة وعشرين فاية زاوية فرضتها يمكن استخراج سهمها من ربع الدستور

وإذا أريد معرفة الزاوية المقابلة لسهم معلوم يبحث عن قيمته على الجيب التام ويخرج منه على الجيب المنكوس فهو يلاقى محيط الربع على درجة الزاوية المطلوبة وإذا زاد السهم عن الستين تعتبر الزيادة جييا ويبحث عن زاويته وتضم الى تسعين درجة فالجمع هو الزاوية المطلوبة

الفصل الثالث

(في كيفية اجراء العمليات الحسابية الاربع على جيوب الزوايا وترفييعها وتجزيرها)

(في جمع وطرح الجيوب وتعلمها والمماسات وتعلمها والاسهم)

(١٥٨) لما كانت الجيوب وتمام الجيوب والمماسات وتمام المماسات والاسهم عبارة عن كسور أمكن اجراء العمليات عليها كما تجرى على الكسور فان كان المقام فيها مساويا لستين يكون جمعها أو طرحها على حسب قاعدة جمع أو طرح الكسور المتحددة المقام وان كان المقام في بعضها يساوى ستين وفي البعض الآخر يساوى اثني عشر يضرب هذا المقام في ٥ لجعله ستين ويجرى العمل كما ذكر

(في كيفية استعمال ربع الدستور لضرب جيب في جيب آخر)

واستخراج الزاوية المقابلة لحاصل الضرب

(١٥٩) ليكن المطلوب ضرب جيب الزاوية (ب د ك) شكل (٨٤) في جيب الزاوية (د ب ك) أعني

جيب (ب د ك) × جيب (د ب ك)

فلاجل ذلك نضع الخيط (ب د) على قوس إحدى الزاويتين (ب د ك) مثلا ونعلم بالمرى النقطة (ل) التي هي نقطة تقاطع الخيط بالجنوب الاول (ويمكن أيضا وضع الخيط على الستين وتعيين النقطة (ل) التي هي جيب النقطة (ب) ثم نضع الخيط على قوس الزاوية الأخرى (د ب ك) في (ب د) فيجىء المرى في النقطة (هـ) التي على الجيب المبسوط (ع ع) فالمقدار (ب ع) لهذا الجيب أى العدد الذي في (ع ع) يكون هو حاصل الضرب المطلوب أى أن

جيب (د ب ك) × جيب (ب د ك) = جيب (ع ب م)

برهان ذلك أنه في المثلثين المتشابهين (ب د ك) و (ع هـ ب) لنا

$$\frac{د ه}{ه ه} = \frac{د ه}{ه ه}$$

ومنها

$$د ه = \frac{د ه \times ه ه}{ه ه}$$

ولكن

$$ه ه = ل ه = ن ه$$

$$ع ه = ب ه = م ه$$

و

فتؤول المعادلة الثانية الى

$$ع م = د ه \times \frac{ن ه}{ه ه}$$

وبقسمة الطرفين على د ه

$$\frac{ع م}{د ه} = \frac{د ه}{د ه} \times \frac{ن ه}{ه ه}$$

ولكن

$$د ه = ن ه = ل ه$$

فيكون

$$\frac{ع م}{د ه} = \frac{د ه}{د ه} \times \frac{ن ه}{ه ه}$$

ولكن

$$\frac{ن ه}{ه ه} = \text{جيب } (ن ه ه)$$

$$\frac{د ه}{ه ه} = \text{جيب } (د ه ه)$$

و

$$\frac{ع م}{ه ه} = \text{جيب } (ع م ه)$$

و

فانذ يكون

$$\text{جيب } (د ه ه) \times \text{جيب } (ن ه ه) = \text{جيب } (ع م ه)$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

مق أردت ضرب جيب زاوية في جيب زاوية اخرى ضاع الخيط على قوس احدى الزاويتين وضع المرى على جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية الاخرى فيقع المرى على جيب مبسوط يلاقى الستينى في نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب وان أردت دلالة هذا الحاصل على جيب زاوية أى أن يكون

$$\text{جيب ب} \times \text{جيب ج} = \text{جيب س}$$

فتعلم الزاوية س من العدد المستوي المئين على محيط الربع بالجيب المبسوط المارفت المرى وان أردت دلالة على تمام جيب زاوية أى أن يكون

$$\text{جيب ب} \times \text{جيب ج} = \text{تمام جيب س}$$

فتعلم الزاوية س من العدد المعكوس المئين على محيط الربع بالجيب المبسوط المتقدم ذكره

وان أردت ضرب جيب زاوية في تمام جيب زاوية اخرى فضع الخيط على قوس الزاوية الاولى واجعل المرى على جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية فيقع المرى على جيب منكوس وهو يلاقى الجيب التام في نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب وان أردت دلالة هذا الحاصل على جيب زاوية فتعلم هذه الزاوية من العدد المعكوس المئين على محيط الربع بالجيب المنكوس الذى تحت المرى وان أردت دلالة على تمام جيب زاوية فتعلم هذه الزاوية من العدد المستوي المئين على المحيط بالجيب المنكوس المذكور ويمكن أيضا اجراء عملية الضرب هذه بطريقة اخرى وهو أن يلاحظ ان تمام جيب أى زاوية يساوى جيب تمامها أعنى أن تمام جيب هـ = جيب (٩٠ - هـ) فيكنى اذن تحويل تمام الجيب المقروض الى جيب ويجرى العمل بضرب جيب في جيب آخر كما تقدم مثاله وان أردت ضرب جملة جيوب بعضها في بعض فاضرب الاول في الثانى ثم اجعل الحاصل جيبا واضربه في الثالث وهلم جرا فان فرضت

$$\text{جيب ب} \times \text{جيب ج} \times \text{جيب هـ}$$

فاضرب جيب ب في جيب ج ثم جيب الحاصل في جيب هـ فما كان فهو الحاصل المطلوب

هذا وان أردت دلالة حاصل ضرب جيبين على مماس زاوية أو تمام مماس زاوية فلاحظ
 أن طول المماس بالنسبة الى قامة مساوية لسنتين هو (ب ع) فعلى ذلك خذ خمس
 هذا الخط على الستين ولنقرضه ميئا بالعدد المستوي الذي عند النقطة (ع) ثم أخرج
 من هذه النقطة الجيب المبسوط (ع ع) فهو يلاقى الجيب المنكوس الخارج من نقطة
 (ع) التي عددها ١٢ على الجيب التام أى على خمسة وتكن (ع) نقطة هذا التلاقى
 ثم ضع الخط على هذه النقطة في (ب ب) وهو يقطع محيط الربع على زاوية (ب ب ك)
 فعدها المستوي يدل على زاوية المماس وعددها المعكوس يدل على الزاوية (ب ب ك)
 المقابلة لتمام المماس
 برهان ذلك قلنا ان

$$\frac{ع م}{ع ب} = \frac{د ح}{د ب} \times \frac{و ح}{و ب}$$

ولكن

$$\begin{aligned} ع م &= ع ب = ع ب \times ٥ \\ ع ع &= ع ع \times ٥ \\ ع ب &= ع ب \end{aligned}$$

فأذن

$$\frac{ع ب}{ع ب} = \frac{د ح}{د ب} \times \frac{و ح}{و ب}$$

ومنها

$$\text{جيب د ب ك} \times \text{جيب و ب ك} = \text{مماس ب ب ك}$$

وهو المطلوب

(تبينه)

العملية الاخيرة يقال لها تحويل الجيب الى المماس ويأتى على ما تقدم اذا أردت تحويل
 جيب زاوية الى مماس زاوية أخرى وبعبارة ثالثة متى علمت جيب زاوية وأردت
 معرفة الزاوية التي مماسها يساوى هذا الجيب فأفضل من الستين طولاً يعادل
 الجيب المذكور واقسمه على عدد معلوم كخمسة مثلاً واقسم الجيب التام على نفس

هذا العدد وأخرج من السنتي والجيب التام جيبين فهما يتلاقيان في نقطة ثم ضع الخيط على هذه النقطة فيقطع محيط الربع على قوس يساوي الزاوية المطلوبة أى التى مماثلها (ب ك) مثلا شكل (٨٤) يعادل الجيب المفروض (ع ب)

(فى كيفية ضرب تمام الجيوب بعضها فى بعض)

(١٦٠) لضرب تمام جيب زاوية فى تمام جيب زاوية آخر ضع الخيط على قوس إحدى الزاويتين واجعل المرى على تمام جيبها ثم انقل الخيط على قوس الزاوية الأخرى فيقع المرى على جيب منكوس يلاقى الجيب التام فى نقطة عددها المستوى هو حاصل الضرب المطلوب

وان شئت فلاحظ أن تمام جيب زاوية يعادل جيب تمامها فبناءً على ذلك حول تمام الجيبين المقروضين الى جيبين وأجر العمل كما تقدم فى ضرب الجيوب

(فى ضرب المماسات بعضها فى بعض وكيفية استخراج زاوية الحاصل)

(١٦١) اذا أردت ضرب مماس الزاوية (ب ك) مثلا شكل (٨٥) فى مماس زاوية أخرى (د ك) أعنى

$$\text{مماس (ب ك)} \times \text{مماس (د ك)} = \text{مماس س}$$

فأجر العمل هكذا

ضع الخيط (ب ك) على أعظم القوسين فيلاقى فى (ب) الجيب المنكوس (ص ب) الخارج من نقطة (ص) التى على عدد القامة المفروضة ١٢ فالجيب المنكوس المذكور هو مماس الزاوية المفروضة ويقطع الخط (ب د) فى نقطة (د)

ليكن (ط) العدد المستوى للجيب المبسوط (ب ط) نقذ على الجيب التام بعد ب ل = ب ط وأخرج الجيب المنكوس (ل ل) وهو يقطع الخيط فى نقطة (ل) وليكن (ل ح) الجيب المبسوط المار بهذه النقطة فيلاقى مماس الزاوية المذكورة (ص ب)

فى (ح) ويكون البعد (ص ح) هو حاصل الضرب المطلوب أى مماس س واذا أردت تعيين الزاوية س فارسم (ب ح) ومله الى نقطة (ح) نجد الزاوية المذكورة وهى (ح ب ك) وان أردت مماثلها بالنسبة الى القامة المفروضة التى طولها ستون فهو خط (ح ك)

وبرهان ذلك أنه فى المثلثين المتشابهين (ب ص ب) و (ل ل ب) لنا

$$\frac{\text{ص} \text{ ل}}{\text{ص} \text{ ب}} = \frac{\text{ل} \text{ ل}}{\text{ل} \text{ ب}}$$

ومنه

$$\text{ل} \text{ ل} = \text{ل} \text{ ب} \times \frac{\text{ص} \text{ ل}}{\text{ص} \text{ ب}}$$

ومن حيث ان

$$\text{ل} \text{ ب} = \text{ط} \text{ ب} = \text{ص} \text{ ب}$$

$$\text{ل} \text{ ل} = \text{ل} \text{ ح} = \text{ص} \text{ ح}$$

فيكون

$$\text{ص} \text{ ح} = \text{ص} \text{ ب} \times \frac{\text{ص} \text{ ل}}{\text{ص} \text{ ب}}$$

وبضرب الطرفين في

$$\frac{1}{\text{ص} \text{ ب}}$$

$$\frac{\text{ص} \text{ ح}}{\text{ص} \text{ ب}} = \frac{\text{ص} \text{ ل}}{\text{ص} \text{ ب}} \times \frac{\text{ص} \text{ ح}}{\text{ص} \text{ ب}}$$

أعني أن

$$\text{مماس (ب ب ك)} = \text{مماس (د ب ك)} = \text{مماس (ح ب ك)}$$

وهو المطلوب

وإذا أردت بيان الحاصل المذكور بتمام المماس فأجر العمليات المذكورة على الضلع (ك ب) فتجد ان ذلك الحاصل يساوي تمام مماس الزاوية (ح ب ك) وإذا أردت بيانه بحجب زاوية أعني ان يكون

$$\text{مماس ب ب ك} \times \text{مماس د ب ك} = \text{حجب ب}$$

فأرسم القوس (ص ص) من المركز (ب) وبالبعد (ب ص) المساوي للقامة المفروضة فيلاقي خط (ل ح) في نقطة (م) ثم صل هذه النقطة بالنقطة (ب) ومد الخط (ب م) فتحدد زاوية (م ب ك) تساوي س وإن أردت تمام الجيب نخذ الزاوية (م ب ك) برهان ذلك اتنا قلنا ان

$$\frac{\text{ص} \text{ ح}}{\text{ص} \text{ ب}} = \frac{\text{ص} \text{ ل}}{\text{ص} \text{ ب}} \times \frac{\text{ص} \text{ ح}}{\text{ص} \text{ ب}}$$

ولكن

ولكن

$$\frac{ح ص}{ص م} = \frac{هـ م}{م ن}$$

فيكون

$$\frac{هـ م}{م ن} = \frac{ح ص}{ص م} \times \frac{ح ص}{ص م}$$

ومن المعلوم ان

$$\frac{هـ م}{م ن} = \frac{هـ م}{م ن} = \text{جيب م ب ك}$$

فأذن

مماس ن ب ك \times مماس د ب ك = جيب م ن ك = تمام جيب م ن ك
وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

إذا أردت ضرب مماسي زاويتين أحدهما في الآخر بواسطة ربع الدستور فضع الخيط على أعظم الزاويتين وخذ على الجيب التام بعدا يساوي مماس الزاوية الصغرى (وهو عبارة عن الجيب المنكوس المحصور بين القامة المفروضة والخيط الموضوع على هذه الزاوية) واخرج على الجيب المنكوس الى أن تلاقى الخيط في نقطة وانزل على الجيب المبسوط الخارج من هذه النقطة حتى تلاقى الجيب المنكوس الخارج من القامة المفروضة وضع الخيط على نقطة التلاقي واقراء على المحيط العدد المستوي فهو يدل على الزاوية التي مماسها يساوي حاصل الضرب المفروض وإذا قرأت العدد المعكوس تجد الزاوية التي تمام مماسها يساوي ذلك الحاصل

وإذا أردت أن حاصل ضرب المماسين يكون مساويا لجيب أول تمام جيب فضع الخيط على أعظم الزاويتين واخرج على الجيب المنكوس الذي بعده من المركز يساوي مماس الزاوية الصغرى فتلاقى الخيط في نقطة فانزل على الجيب المبسوط الخارج الى أن تلاقى محيط قوس الدائرة المرسومة بنصف قطر يساوي القامة المفروضة ثم انقل الخيط الى نقطة هذا التلاقي (ولاجل ذلك يوضع الخيط على الجيب التام والمرى على العدد ١٢ ثم يحرك الخيط على الجهة اليسرى حتى يسلاقى الجيب المبسوط المذكور)

واقراً على المحيط العدد المستوي فتجد الزاوية التي جيبها يساوي حاصل الضرب
المفروض وان قرأت العدد المعكوس تجد الزاوية التي تمام جيبها يساوي ذلك
الحاصل

واعلم ان هذه العملية تسمى بتحويل المماس الى الجيب ولا يخفى انها لا تصح الا اذا
كانت الزوايا أقل من خمس وأربعين درجة لان الزوايا التي أكبر من هذا المقدار
مماساتها تكون أكبر من قطر الربع

واذا أريد ضرب جملة مماسات يضرب الاول في الثاني بالطريقة التي ذكرناها فيكون
الحاصل مماساً ثم يضرب هذا الحاصل في المماس الثالث ويكون الحاصل مماساً أيضاً
يضرب في المماس الرابع وهلم جرا الى أن يؤل الامر الى ضرب مماسين أحدهما في
الآخر وان وجد في المضارب تمام مماس يحول الى مماس بقاعدة أن تمام مماس
زاوية يساوي مماس تمام تلك الزاوية أي ان تمام مماس $\alpha =$ مماس $(90 - \alpha)$
(في ضرب تمام المماس في مثله)

(١٦٢) يجرى العمل بالطريقة التي ذكرت فيما يتعلق بالمماس ولكن بدلا من اجرائه
على الجيب التام يجرى على الستيني ولكن الاوفق تحويل تمام المماس الى المماس
وحينئذ يجرى العمل كما تقدم

(في ضرب المماس أو تمام المماس في الجيب أو تمام الجيب)

ليكن المطلوب ضرب مماس (ب) مثلا في جيب (ج) فلذلك طريقتان الاولى ان يحول
الجيب الى مماس بالطريقة المذكورة في تنبيه الملة (١٥٩) فيؤل الامر الى ضرب
مماسين أحدهما في الآخر أو يحول المماس الى جيب بالطريقة المذكورة في المادة
(١٦١) فيؤل الامر الى ضرب جيبين أحدهما في الآخر ولا يمكن لا يمكن ذلك
الا اذا كانت الزوايا أقل من خمس وأربعين درجة كما تقدم بيانه والطريقة الثانية
أن يلاحظ أن

$$\frac{\text{جيب (ب)}}{\text{تمام جيب (ب)}} = \text{مماس (ب)}$$

فيؤل الامر الى استخراج الكمية

$$\frac{\text{جيب (ب)} \times \text{جيب (ج)}}{\text{تمام جيب (ب)}}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (ب)} \times \text{جيب (ج)}}{\text{جيب (ب - ٩٠)}}$$

وقد تكلمنا على ضرب الجيبين في المادة (١٥٩) وأما قسمة الجيب على آخر أو على تمام جيب فسندكرها في المادة الآتية هذا وإذا أريد ضرب تمام المماس في تمام الجيب أو ضرب أحدهما في المماس أو في الجيب يحولان إلى المماس أو الجيب ويجرى العمل كما ذكر

(في كيفية قسمة الجيب وتمام الجيب والمماس وتمام المماس)

(١٦٣) يوجد جملة طرق لقسمة جيب زاوية على جيب زاوية آخر (الطريقة الأولى) ليكن المطلوب استخراج الزاوية س بواسطة ربع الدستور (شكل ٨٦) من المعادلة

$$\frac{\text{جيب (د ل)}}{\text{جيب (ح م)}} = \text{جيب (س)}$$

(العمل) - ضع الخيط على الستين وعلم بالمرى على جيب الزاوية التي في المقام أي ضعه في نقطة (ح) مثلاً وبعبارة أخرى ضع الخيط على الزاوية المذكورة وعلم بالمرى على نقطة تقاطعه بخيط التجريب ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط (د ل) للزاوية التي في البسط في نقطة مثل (ج) فتحدث الزاوية (ب ح) مساوية لزاوية (س)

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ب و ب) و (ج ه ب)

$$\frac{\text{ب و}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{ج ه}}{\text{ج ب}}$$

ولكن

$$\text{ج ه} = \text{ل د}$$

$$\text{ج ب} = \text{ب ح} = \text{م ج}$$

فأذن

$$\frac{\text{ب و}}{\text{ب ح}} = \frac{\text{ل د}}{\text{م ج}}$$

ومن البديهي أن

$$1 = \frac{ص}{ص}$$

فيمكن أن تكتب

$$\frac{ص}{ص} \times \frac{ل}{م} = \frac{ص ل}{ص م}$$

$$\frac{ص}{م} \times \frac{ل}{ص} =$$

$$\frac{ل}{ص} : \frac{م}{ص} =$$

$$\frac{\text{جيب}(ص ل)}{\text{جيب}(ص م)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

إذا أردت قسمة جيب زاوية على جيب زاوية آخر فعلم بالمرى على جيب الزاوية الثانية وحرك الخيط الى أن يقع المرى على الجيب المبسوط للزاوية الاولى واخرج من الخيط الى السيتي تجد العدد المستوي الدال على الجيب المساوي لخارج القسمة (الطريقة الثانية) - ليكن المطلوب (شكل ٨٧)

$$\frac{\text{جيب}(ص م)}{\text{جيب}(ص ل)} = \text{جيب}(س)$$

(العمل) - ضع الخيط (ص ل) على الزاوية التي في المقام فيقطع الجيب المبسوط (ح ح) للزاوية الاخرى في نقطة (ح) وعلم على هذه النقطة بالمرى وانقل الخيط الى السيتي فالمرى يرسم القوس (ح د) ويكون البعد (ص د) مساويا لجيب (س)

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ل ص ل) و (ح ح ل)

$$\frac{ص ح}{ل} = \frac{ص ل}{ل}$$

$$\frac{ب ب}{ل ب} \times ع ح = ح ب$$

وبقسمة الطرفين على نصف القطر د ب = ح ب يحدث

$$\frac{ب ب}{ل ب} \times \frac{ع ح}{ح ب} = \frac{ح ب}{د ب}$$

ولكن

$$ب ح = د ب = ح ب$$

$$ح ح = ح ب = ع ح$$

فأذن

$$\frac{ه د م ح ب ب م ح ل ب}{د ب ح ب ل ب ح ب} = \frac{ل ب}{ب ب} = \frac{جيب (ح ب م)}{جيب (ب ب ل)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

يوضع الخيط على الزاوية التي في مقام الكسر فيقطع الجيب المبسوط للزاوية التي في البسط في نقطة يوضع عليها المرى ثم ينقل الخيط على الستين فيقع المرى على عدد مستو هو عبارة عن خارج القسمة

(ملحوظ)

لاستعمل الطريقة المذكورة الا اذا كانت الزاوية التي في المقام أعظم من الزاوية التي في البسط لانها اذا كانت أصغر منها فالخيط لا يمكن ان يلاقى الجيب المبسوط للزاوية التي في البسط

(الطريقة الثالثة) - ليكن المطلوب (شكل ٨٨)

$$\frac{جيب (ب ب د)}{جيب (ب ب ب)} = جيب م$$

(العمل) - خذ على الجيب التام بعدد (ب د) مساويا لنصف جيب الزاوية التي في المقام واخرج على الجيب المنكوس (د ح) ثم اخرج من منتصف الستين (هـ) على الجيب المبسوط (هـ ح) فتلاقى الجيب المنكوس في نقطة (ح) ثم ضع الخيط على هذه النقطة وافصل من الجيب التام بعدد (ب ع) مساويا لجيب الزاوية التي

في البسط أى مساويا للبعد (ب د) ثم اخرج من نقطة (ع) على الجيب المنكوس (ع ع) فتلاقى الخيط في نقطة (ح) وانزل منها الى السطح بقصد نقطة (م) التى عددها المستوى يدل على جيب (س) المطلوب (البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (ع ع ب) و (د ع ب)

$$\frac{ع ع}{ع ب} = \frac{ع د}{د ب}$$

$$وع ع = ع ب \times \frac{ع د}{د ب}$$

ولكن

$$ع ع = م م$$

$$ع ب = ب د = د د$$

$$ع د = د = ب ه = ه ب (أى نصف قطر الربع)$$

$$د ب = ب = ب ه = ه ب (أى نصف الجيب الذى فى المقام)$$

فبالتعويض يحدث

$$م م = \frac{م م}{\left(\frac{ب ه}{ب ب}\right)} \times د د = \frac{م م}{\frac{ب ه}{ب ب}} \times د د$$

وبقمة الطرفين على (م ب) يحصل

$$\frac{م م}{م ب} \times \frac{د د}{ب ه} = \frac{م م}{م ب}$$

ولكن

$$م ب = ب د = د د = ب ه$$

$$\frac{م م}{ب ب} \times \frac{د د}{ب ه} = \frac{م م}{م ب}$$

فأذن يكون

$$\frac{د د}{ب ب} : \frac{ب ه}{ب ب} = \frac{ب ه}{ب ب} \text{ جيب } (د ب د)$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

نخذ على الجيب التام بعدا يساوى نصف الجيب الذى فى مقام الكسر المقروض

وانخرج

وأخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الجيب المبسوط المار بمنتصف الستينى ثم وضع
الخيط على نقطة التلاقى وافصل من الجيب التام بعدا يساوى الجيب الذى فى البسط
وأخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الخيط فى نقطة تنزل منها على الستينى فتجد جيب
خارج القسمة

(ملوظ) - ان الجيب المنكوس الخارج على بعد الجيب الذى فى بسط الكسر
لا يلاقى دائما الخيط (ب ك) فاذن لا يمكن استعمال هذه الطريقة لكل زاوية
مفروضة

(الطريقة الرابعة) - المطلوب (شكل ٨٩)

$$\text{جيب } (\text{ط ب ط}^{\circ}) = \frac{\text{جيب } (\text{ط ب ط}^{\circ})}{\text{جيب } (\text{د ب د}^{\circ})}$$

(العمل) - نخذ على الجيب التام بعد (ب ل) = (ب ل) = جيب (د ب د) $\text{جيب } (\text{ط ب ط}^{\circ})$
وأخرج على الجيب المنكوس (ل هـ) ثم افصل على الستينى بعد ب هـ = جيب
(ط ب ط) وأخرج على المبسوط (هـ هـ) فتلاقى الجيب المنكوس فى (هـ)
وضع الخيط على هذه النقطة وأخرج من منتصف الجيب التام (د) على المنكوس
(د م) حتى تلاقى الخيط فى نقطة (م) وانزل منها الى الستينى فتجد نقطة (م)
التي عددها المستوى يساوى جيب (م) المطلوب

(البرهان) - لنا فى المثلثين المتشابهين (هـ ل ب) و (م د ب)

$$\frac{\text{د م}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ل هـ}}{\text{ل ب}}$$

$$\text{د م} = \text{د ب} \times \frac{\text{ل هـ}}{\text{ل ب}}$$

$$\text{د م} \times ٢ = \text{د ب} \times \frac{\text{ل هـ}}{\text{ل ب}} \times ٢$$

ولكن

$$\text{د م} = \text{د م}$$

$$\text{د ب} \times ٢ = \text{د ب} \times \frac{\text{ل هـ}}{\text{ل ب}} \times ٢$$

$$\text{ل ب} = \text{ل ب} = \text{ل ب}$$

$$\text{ل هـ} = \text{ط ب}$$

فبالتبديل يحدث

$$\frac{ط ط}{ط ط} \times ط ط = \frac{ط ط}{ط ط} \times ط ط = ط ط \times ط$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحصل

$$\frac{ط ط}{ط ط} : \frac{ط ط}{ط ط} = \frac{ط ط}{ط ط} \times \frac{ط ط}{ط ط} = \frac{ط ط}{ط ط} \times ط$$

$$= \frac{\text{جيب}(ط ط)}{\text{جيب}(ط ط)}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل) - اخرج من الجيب التام بجيب مقام الكسر ومن الستيني بجيب البسط قصدت نقطة نضع عليها الخيط ثم نخرج من منتصف الجيب التام فتلاقى الخيط في نقطة اذا نزلت منها على الستيني نجد جيب الزاوية المطلوبة

(ملحوظ) - اذا كان الفرق بين الزاويتين كبيرا جدا فالجيب المنكوس الخارج من منتصف الجيب التام لا يلاقى الخيط ففي هذه الحالة لا يمكن استعمال هذه الطريقة (الطريقة الخامسة) - ينشأ فيما سبق كيفية استخراج خارج قسمة جيب على آخر فاذا كان خارج القسمة المطلوب مضروباً في جيب مثل (شكل ٩٠)

$$\frac{\text{جيب}(ط ط)}{\text{جيب}(ط ط)} \times \text{جيب}(ط ط) = \text{جيب}(ط ط)$$

يمكن البحث ابتداء عن حاصل ضرب البسط في جيب (ط ط) بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٩) ثم تكميل العمل بإحدى الطرق التي ذكرناها لقسمة جيب على آخر ولكن يمكن الوصول الى المقصود مباشرة بالطرق الآتية ذكرها

(العمل) - نضع الخيط (ط ط) على زاوية المقام فالجيب المبسوط (ط ط) مثلاً المقابل لأحدى الزاويتين الأخرين يقطعه في نقطة (ط) عليها بالمرى وحرك الخيط الى ان يقع على ضلع الزاوية الأخرى (ط ط) فيأخذ المرى الموضع (ط) والجيب المبسوط (ط ط) المار بهذه النقطة يقطع الستيني في نقطة (ط ط) عددها المستوى يدل على جيب ط

(البرهان) - حيث ان مثلثي (ط ط ط) و (ط ط ط) متشابهان وكذلك مثلثا (ط ط ط) و (ط ط ط) فلنا

$$\frac{u \cdot u}{u \cdot u}$$

ومنها

$$\frac{u}{u} \times u = u$$

ولنا أيضا

$$\frac{u \cdot k}{u \cdot k}$$

ومنها

$$\frac{u}{u} \times k = k$$

ولكن

$$u = k$$

فأذن

$$\frac{u}{u} \times u = \frac{u}{u} \times k$$

ولكن

$$k = l$$

$$u = d$$

فيكون

$$l = d \times \frac{u}{u} \times \frac{u}{u}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحدث

$$\frac{l}{l} = \frac{d}{u} \times \frac{u}{u} \times \frac{u}{u}$$

أو

$$\frac{l}{l} = \frac{d}{u} \times \frac{u}{u} \times \frac{u}{u}$$

$$= \frac{\text{جيب}(u)}{\text{جيب}(d)} \times \frac{\text{جيب}(u)}{\text{جيب}(d)}$$

فثبت المطلوب

(خلاصة العمل)

ضع الخيط على زاوية المقام فيقطع الجيب المبسوط لاحدى الزاويتين الاخرين في نقطة عليها بالمرى وانتقل الخيط الى الزاوية الاخرى واخرج من المرى الى السنتين

فجد الجيب المطلوب

(ملحوظ) - اذا كانت زاوية المقام أصغر من زاويتي البسط فانخطب الموضوع عليها
لا يقطع الجيبين المبسوطين الخارجين منهما وحينئذ يتعذر استعمال هذه الطريقة
الطريقة السادسة - المطلوب (شكل ٩١)

$$\text{جيب}(\text{ع ب ع}) \times \frac{\text{جيب}(\text{ل ب د})}{\text{جيب}(\text{د ب ه})} = \text{جيب} \text{س}$$

اخرج على الجيب المبسوط (ع ب ع) لاحدى الزاويتين اللتين في البسط ثم خذ على
الجيب التام بعد (ب د) = (ب د) = جيب الزاوية التي في المقام واخرج من
نقطة (د) على الجيب المنكوس (د ك) فيلاقى الجيب المبسوط المذكور في نقطة
(ك) ثم ضع الخط على هذه النقطة وخذ على الجيب التام بعد (ب ل) =
(ب ل) = جيب الزاوية الاخرى التي في البسط واخرج على الجيب المنكوس
(ل م) فتلاقى الخط في نقطة (م) اذا خرجت منها الى السمتين تجد الجيب
المطلوب

(البرهان) - لنا في المثلثين المتشابهين (م ل ب) و (ل د ب)

$$\text{م ل} = \text{ب ل} \times \frac{\text{ك د}}{\text{د ب}}$$

ولكن

$$\begin{aligned} \text{م ل} &= \text{ط م} \\ \text{ب ل} &= \text{ب ل} = \text{ل د} \\ \text{ل د} &= \text{د ع} \\ \text{د ب} &= \text{ب د} = \text{د ه} \end{aligned}$$

فاذن

$$\text{ط م} = \text{ل د} \times \frac{\text{د ب}}{\text{د ه}} \times \frac{\text{ع ب}}{\text{ب ل}} = \frac{\text{ع ب}}{\text{ب ل}} \times \frac{\text{ل د}}{\text{د ه}} \times \text{د ب}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحصل

$$\frac{\text{ط م}}{\text{م ب}} = \frac{\text{ل د}}{\text{ب ل}} \times \frac{\text{ع ب}}{\text{ب د}} \times \frac{\text{د ب}}{\text{د ه}} = \frac{\text{ع ب}}{\text{ب ل}} \times \frac{\text{ل د}}{\text{د ه}} \times \frac{\text{د ب}}{\text{ب د}}$$

وهو المطلوب

(خلاصة العمل)

اخرج على الجيب المبسوط لاحدى الزاويتين اللتين في البسط ثم خذ على الجيب

التمام جيب الزاوية التي في المقام واخرج منه على الجيب المنكوس فتلاقى الجيب المبسوط في نقطة ضع عليها الخط ثم خذ على الجيب التام جيب الزاوية الاخرى التي في البسط واخرج على الجيب المنكوس فتلاقى الخط في نقطة تخرج منها الى الستين تجد الجيب المطلوب

(ملحوظ) - اذا كانت الزاويتان اللتان في البسط والمقام عظمتين فلا يمكن استعمال هذه الطريقة لان الجيب المنكوس الخارج من الجيب التام يعد جيب زاوية المقام لا يلاقى حينئذ الخط

الطريقة السابعة - المطلوب (شكل ٩٠)

$$\text{جيب}(\frac{\text{جيب}(\text{ح د})}{\text{جيب}(\text{د ز})}) \times \text{جيب}(\text{هـ د هـ}) = \text{جيب} \text{س}$$

ضع الخط على احدى زاويتي البسط فيلاقى الجيب المبسوط لزاوية المقام في نقطة علما بالمرى ثم حرك الخط الى أن يقع المرى على الجيب المبسوط لزاوية البسط الاخرى فيمر الخط من نقطة (ع) على محيط الربع اذا خرجت منها الى الستين تجد الجيب المطلوب يعني أن

$$\frac{\text{ع ح}}{\text{ع د}} = \frac{\text{ح د}}{\text{هـ د}} \times \frac{\text{هـ د}}{\text{د ز}}$$

$$\text{جيب}(\frac{\text{جيب}(\text{ح د})}{\text{جيب}(\text{د ز})}) \times \text{جيب}(\text{هـ د هـ}) =$$

فتأمل

ومما تقدم يعلم ان احسن طريقة لقسمة جيب على جيب آخر هي الطريقة الاولى لانه يمكن استعمالها ايا كانت الزوايا المفروضة (١) بخلاف الطرق الاخرى فانه لا يمكن استعمالها الا في بعض الاحوال واذا وجد في البسط أو في المقام مضارب اخرى فباجراء عملية الضرب على انفرادها تحول الكميات المفروضة الى جيب مقسوم على جيب آخر ويتم العمل بالطريقة الاولى المذكورة

وأما قسمة الجيب على تمام الجيب وعكسه فحصل بهد تحويل تمام الجيب الى الجيب بمراعاة هذا القانون

$$\text{تمام جيب}(\text{س}) = \text{جيب}(\text{٩٠} - \text{س})$$

واذا كان كل من المقسوم والمقسوم عليه تمام جيب يمكن اجراء القسمة مباشرة

(١) شرط أن تكون زاوية البسط أصغر من زاوية المقام أي مترحم

بدون تحويل ولا جعل ذلك يلزم أن تجري جميع العمليات التي حصلت على الستيني والجيب المبسوط على الجيب التمام والجيب المنكوس انما الاوفق لعدم تشويش الذهن هو تحويل الكهيتين المذكورتين الى جيبين وابعاء العمل كما تقدم واذا وجد في البسط أو في المقام مماس أو تمام مماس يحول تمام المماس الى مماس بهذا القانون

مماس (س) = تمام مماس (٩٠ - س)

ثم يحول المماس الى جيب بالطريقة المذكورة في المادة (١٦١) ثم يجري العمل كما ذكر ولكن من المعلوم انه اذا كانت الزاوية أعظم من خمس وأربعين درجة فلا يمكن تحويل مماسها الى جيب ففي هذه الحالة يمكن تبديل المماس وتمام المماس بمقداريهما

$$\frac{\text{جيب}}{\text{تمام جيب}} \text{ و } \frac{\text{تمام جيب}}{\text{جيب}}$$

ثم يجري العمل كما تقدم وقد فرضنا فيما سبق ان حاصل الجيبين يساوي جيبا فاذا كان مساويا لتمام جيب يفرض انه جيب ثم يحول هذا الجيب الى تمام الجيب بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٥) وان كان مساويا لمماس أو لتمام مماس يحول ذلك الجيب الى مماس أو الى تمام مماس بالطريقة المذكورة في المادة (١٥٩) (في رفع الجيب الى قوة ما)

(١٦٤) ليكن المطلوب تربييع الكمية جيب (ب) بواسطة ربع الدستور لنفرض (د ب د) شكل (٩٤) الزاوية المراد تربييع جيبها فنضع الخيط (ب د) عليها وهو يقطع خط التحويل الاول في نقطة (ح) ثم نخرج من هذه النقطة الى الستيني نجد النقطة (ح') ويكون بعد (ح' ح) هو مربع الجيب المفروض أي ان

$$\text{ب ح}' = \text{جيب (هـ ب هـ)}$$

$$= \text{جيب (د ب د)}$$

(البرهان) - لنا

$$\frac{\text{ح}' \text{ د}}{\text{د ب}} = \frac{\text{ح} \text{ د}}{\text{د ب}}$$

$$\frac{\text{ح}' \text{ د}}{\text{د ب}} \times \text{ب ح} = \text{ح} \text{ د}$$

وبقسمة الطرفين على نصف قطر الربع يحدث

$$\frac{ح ح \times ح ح}{ح ح \times ح ح} = \frac{ح ح}{ح ح}$$

ولكن

$$ح ح = ح ح$$

$$ح ح = ح ح = ح ح$$

فبالتعويض يحدث

$$\frac{ح ح}{ح ح} = \frac{ح ح}{ح ح}$$

$$= \text{جيب}^2 (ح ح)$$

أى

$$\text{جيب} (ح ح) = \text{جيب}^2 (ح ح) \quad (١)$$

(خلاصة العمل)

لتربيع جيب ضع الخطيط على الزاوية فيقطع خط التجويب الاول فى نقطة اذا خرجت منها الى الستينى تجد العدد المستوى الدال على المربع المطلوب

(نتيجة)

اذا اريد تكعيب جيب (ب) يلاحظ أن

$$\text{جيب}^3 (ب) = \text{جيب}^2 (ب) \times \text{جيب} (ب)$$

فيبحث أولا عن جيب (ب) ثم يضرب فى جيب (ب) بالطريقة المذكورة فى المادة (١٥٩) وكذلك اذا اريد رفع جيب (ب) الى القوة الرابعة او الخامسة وهكذا يبحث عن جيب (ب) ثم يضرب فى جيب (ب) ثم يضرب الحاصل فى جيب (ب) وهلم جرا

(فى تجذير الجيب)

(١٦٥) اذا اريد تجذير جيب الزاوية (ح ح هـ) (شكل ٩٢) أى استخراج
جيب (ح ح هـ) يجرى العمل بعكس ما ذكر . اخرج من الزاوية على الجيب

(١) برهان آخر - لنصل (ح ح) فلما فى المثلث القائم الزاوية (ب ح ح)

$$(ب ح) = ب ح \times ح ح = ح ح \times ح ح$$

وبقسمة الطرفين على مربع نصف القطر يحدث

$$\frac{ب ح}{ب ح} = \frac{ب ح}{ب ح}$$

وهو المطلوب اه مترجم

ان هذه القاعدة تحتوى على قسمين ~~يمكن~~ وضع أولهما على صورة قانون بهذه
الكيفية

جيب (الميل الاول) = $٢٤ \times$ جيب (بعد درجة الشمس الى أقرب الاعتدالين)
فالعدد ٢٤ ناشئ عن كون العمود النازل من الميل الاعظم على نصف القطر المنقسم
الى ستين قسما يمر بالعدد المستوي الرابع والعشرين فيكون هذا العدد عبارة عن
جيب الميل المذكور وأما بعد درجة الشمس فهو عبارة عن طول الشمس وعلى ذلك
قول المعادلة السابقة الى هذه

جيب (الميل الاول) = جيب (الميل الاعظم) \times جيب (طول الشمس)
ولبيان ذلك نفرض زاوية (ل ب ل) مساوية للميل الاعظم (شكل ٩٣) فيكون
جيبها (ب ه) وإذا جعلنا نقطة (ب) مركزا ورسمنا القوس (ه ه) فلكون
الميل الاعظم يعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة تقريبا يكون بعد
(ب ه) مساويا لاربعة وعشرين ولنبحث بواسطة التقويمات عن درجة البرج التي
تكون فيها الشمس في اليوم المطلوب لمعرفة طولها فيه ثم نأخذ من نقطة (ك) ثلاثة
أقواس متتالية كل منها يساوى تسعين درجة كما تقدم في مادة (١٤٣) ونفرض أولها
برج الحمل وثانيها برج الثور وثالثها برج الجوزاء ثم نرجع من نقطة (ك) ونفرض
أول قوس برج السرطان وثاني قوس برج الاسد وثالث قوس برج السنبلة ثم نعود
من نقطة (ك) ونأخذ أول قوس لبرج الميزان وثاني قوس لبرج العقرب وثالث
قوس لبرج القوس ثم نرجع من نقطة (ك) ونفرض أول قوس لبرج الجدى وثاني
قوس لبرج الدلو وثالث قوس لبرج الحوت فهذه الطريقة يعلم القوس المقابل للبرج
الذى تكون فيه الشمس ويوضع خط الربع على درجته التي علت من التقويمات
وليكن (ب ح) موضعه فأقرب الاعتدالين يكون هو نقطة (ك) وبعد درجة
الشمس الى أقرب الاعتدالين يكون هو الزاوية (ح ب ح)

والخط (ب ح) يلاقى القوس (ه ه) في نقطة (د) بحيث يكون جيبها المنكوس
(د د) أو (ب د) عبارة عن ميل الشمس الجزئى في ذلك اليوم
برهان ذلك - لنا في المثلثين المتشابهين (د ب د) و (ح ب ح)

$$\frac{د د}{د ب} = \frac{ح ح}{ب ح}$$

ومنها

$$\frac{د\ ځ}{د\ ځ} + د\ ځ = د\ ځ$$

وحيث ان

$$د\ ځ = د\ ځ = د\ ځ$$

$$د\ ځ = د\ ځ = د\ ځ$$

يكون

$$\frac{د\ ځ}{د\ ځ} + د\ ځ = د\ ځ$$

وبقىمة الطرفين على نصف قطار الربع يحدث

$$\frac{د\ ځ}{د\ ځ} + \frac{د\ ځ}{د\ ځ} = \frac{د\ ځ}{د\ ځ}$$

أعني ان

جيب (الميل الاول) = جيب (الميل الاعظم) جيب (طول الشمس)

وهو المطلوب ويسمى هذا الميل في اصطلاح المتأخرين بالميل الجزئي

ويستفاد من ذلك ان الميل الجزئي لاي يوم يساوي حاصل ضرب جيب الميل الاعظم

في جيب طول الشمس وقد بينا في مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب في جيب آخر

ولما كان الميل الاعظم كمية ثابتة وطول الشمس كمية متغيرة أمكنهم تسهيل العمل بهذه

الكيفية وهي ان ربع الدائرة (هـ هـ) يرسم في أكثر الآلات من العدد المبين

لجيب الميل الاعظم أعني من العدد ٢٤ (شكل ٨٢) ويسمى قوس الميل الاعظم

فاذا وضع الخيط على درجة الشمس يقطع هذا القوس في نقطة يمر بها جيب مبسوط

يلاقى الستيني في نقطة عددها المستوى يدل على جيب الميل الجزئي ثم يقطع محيط

الربع في نقطة عددها المستوى يدل على زاوية الميل الاول أي الميل الجزئي

المذكور

مثال ذلك — ان الشمس في ٢٠ اغسطس تكون في الدرجة التاسعة من برج

السنبلة فبوضع الخيط على هذه الدرجة يرى ان ميل الشمس الجزئي يساوي ثمانى

درجات وعشر دقائق شمالية وفي ١٦ تشرين الثاني تكون الشمس في الدرجة

السابعة من برج القوس فيكون الميل الجزئي = ٣٠ ° ٢١ جنوبية

وفي أيامنا هذه يستخرجون الميل الجزئي بواسطة قاعدة من قواعد المثلثات الكروية القائمة الزاوية وهي

ضلع = جيب (الزاوية المقابلة للوتر) + جيب (الوتر)

وهي عين القانون الذي ذكرناه غير ان ذلك القانون يختص بمثلث مستو وهذه القاعدة تختص بمثلث كروي فاذا فرضنا (شكل ٩٤) ان

جيب d = جيب c + جيب c

يكون (d) = ميل الشمس و (c) = الزاوية التي بين دائرة البروج ونقط

الاستواء = 28° تقريباً أي تساوي الميل الاعظم تقريباً و (c) = طول الشمس أي بعد الشمس عن أقرب الاعتدالين

ووجه تسمية الميل الجزئي بالميل الاول ان العرب كانوا يخصون لكل نقطة على دائرة البروج ميلين أحدهما يسمونه الميل الاول والثاني الميل الثاني . أما الميل الاول فهو قوس الدائرة العظمى المارة بأحدى نقط دائرة البروج وقطب العالم المحصور بين تلك النقطة ومعدل النهار . وأما الميل الثاني فهو قوس الدائرة العظمى المارة بأحدى نقط دائرة البروج وقطب هذه الدائرة المحصور بين تلك النقطة ومعدل النهار فيثبت ان الميل الجزئي المتقدم ذكره هو عبارة عن أول هذين القوسين سمته العرب بالميل الاول

وأما القسم الثاني من القاعدة التي نحن بصدددها وهو قوله (زده على تمام العرض الخ) فعناء انه اذا كان ميل الشمس موافقا لعارض البلد بأن كان الاثنان شماليين أو جنوبيين يلزم ضمهما واذا كانا مختلفين يلزم طرح أحدهما من الآخر فتعلم غاية الارتفاع لليوم المفروض وبواسطة يمكن تعيين العصر الاول والثاني كما ذكر في المادة (١٤٢) وسأني على ذكره أيضا في المادة (١٨٠)

(في استخراج ميل الشمس الثاني)

(١٧١) « (في معرفة الميل الثاني في ظل السنين) ضع على تمام الميل الاعظم وعلم بالمرى على جيب الميل الاول ثم انقل الى السنين تجد الظل السنين المنكوس للميل الثاني فان شئت قوسه فانزل من السنين بنصفه ومن الجيب التام بثلاثين وضع على التقاطع تجد الخيط على قدر الميل الثاني من أول القوس »

إذا وضعنا هذه القاعدة على هيئة قانون نجد

$$\text{مماس (الميل الثاني)} = \frac{\text{جيب (الميل الأول)}}{\text{تمام جيب (الميل الأعظم)}}$$

وبموجب القاعدة الثانية المذكورة في المادة (١٦٢) يقسم جيب الميل الأول على جيب تمام الميل الأعظم فيكون الخارج جيباً فيحول الى تمام مماس بمقتضى مايناه في تنبيه المادة (١٥٩) أى يتعريف الجيب المذكور أونصف قطر الربع ثم يخرج بالأول من السنين وبالثانى من الجيب إتمام فنحدث الزاوية التى مماسها يساوى الجيب المفروض

وكيفية استخراج الميل الثانى فى اصطلاح أهل هذا العصر أن يفرض (شكل ٩٤) \angle الميل المذكور وهو عبارة عن ضلع من المثلث الكروى القائم الزاوية (ك ح د) وحيث ان

مماس (الضلع) = مماس (الزاوية المقابلة للوتر) \times جيب (الضلع الآخر) فيجعل الزاوية المقابلة للوتر تساوى الميل الأعظم والضلع الآخر يساوى طول الشمس يكون

مماس (الميل الثانى) = مماس (الميل الأعظم) \times جيب (طول الشمس) ويمكن وضع هذا القانون على صورة أخرى وهى ان يلاحظ ان

$$\text{مماس (الميل الأعظم)} = \frac{\text{جيب (الميل الأعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الأعظم)}}$$

فأذن

$$\text{مماس (الميل الثانى)} = \frac{\text{جيب (الميل الأعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الأعظم)}} \times \text{جيب (طول الشمس)}$$

وإذا استخرجنا جيب (طول الشمس) من القانون المذكور فى المادة (١٧٠) نجد

$$\text{جيب (طول الشمس)} = \frac{\text{جيب (الميل الأول)}}{\text{جيب (الميل الأعظم)}}$$

فيكون

$$\text{مماس (الميل الثانى)} = \frac{\text{جيب (الميل الأعظم)}}{\text{تمام جيب (الميل الأعظم)}} \times \frac{\text{جيب (الميل الأول)}}{\text{جيب (الميل الأعظم)}}$$

جيب (الميل الاول)
تمام جيب (الميل الاعظم)

وقد استعمل علماء العرب قديما هذا القانون كما استعملوا القانون المتقدم ذكره وهو
 مماس (الميل الثاني) = مماس (الميل الاعظم) \times جيب (طول الشمس)
 أما استعمالهم القانون الذى فيه المماس والجيب مقسوم على جيب فهو من القاعدة
 المذكورة فى كتبهم وهامى بنصها

« وان شئت فضع على تمام الميل الاعظم والمرى على (كد) من المبسوطة ثم انقل
 الى بعد الدرجة من اقرب الاعتدالين وادخل بالمرى الى الجيب الاعظم (الى الستينى)
 تجد الظل الستينى المنكوس للميل الثانى فكمّل العمل كما تقدم تجد المراد»
 (فى استخراج ابعاد الكواكب)

(١٧٢) اذا فرضنا مرور دائرة عظمية بكونك وبقطب العالم بجزؤها المحصورين
 الكوكب ومعدل النهار يسمى عند القدماء يبعد الكوكب المذكور ويسمى عند
 المتأخرين يميل الكوكب وكان علماء العرب يستخرجون بعد الكوكب بعد معرفة
 عرضه وطوله من الازياج بالطريقة المذكورة فى قولهم « (مبحث فى معرفة بعد
 الكوكب عن معدل النهار من طوله وعرضه وهما المثلثان فى الازياج وغيرها) انظر
 الى طول الكوكب وعرضه فان عدما فلا بعده وان وجد الطول وحده فالميل الاول
 له هو بعده وان وجد العرض دون الطول فضع الخيط على الستينى وعلم على جيب
 عرض الكوكب ثم انقل الخيط الى تمام الميل الاعظم وانزل من المسمى الى القوس
 تجد بعده « ومن المعلوم ان عرض الكوكب عبارة عن قوس الدائرة العظمى المارة
 بالكوكب وبقطب دائرة البروج المحصورين هذه الدائرة والكوكب المذكور وطوله
 عبارة عن قوس دائرة البروج المحصورين الدائرة العظمى السالف ذكرها ومبدأ
 الاطوال (أى أول الحمل)

فاذا كان كل من الطول والعرض صفرا يكون الكوكب فى نقطة الاعتدال الربيعي
 وحينئذ فلا بعده واذا وجد للكوكب طول ولم يوجد له عرض فيله الاول يكون
 عبارة عن بعده واذا وجد له عرض ولم يوجد له طول فلا استخراج بعده كانوا يستعملون
 هذا القانون

جيب (البعد) = جيب (تمام الميل الاعظم) \times جيب (عرض الكوكب)

فبضرب هذين الجيبين بالقاعدة المذكورة في المادة (١٥٩) يعلم جيب البعد أى جيب ميل الكوكب فقوسه

» وان وجد طول الكوكب وعرضه معا فاستخرج الميل الثانى لدرجة طوله ثم اجمعه الى عرضه ان وافقه في الجهة وخذ الفضل ان خالفه فما كان فهو العرض المعتدل فضع على تمام الميل الثانى لدرجة طوله وعلم على جيب تمام الميل الاعظم ثم انقل الى العرض المعتدل فجد المرى على جيب بعد الكوكب وجهة البعد جهة الاكثر في العرض والميل الثانى لدرجة طوله .

فاذا وجد للكوكب طول وعرض يبحث ابتداء عن الميل الثانى لدرجة الطول بمقتضى ما تقدم في مادة (١٧١) ولنفرضه هـ فان كانت الزاوية (هـ) موافقة في الجهة لعرض الكوكب أى انهما شماليان أو جنوبيان يضاف أحدهما الى الآخر واذا كانا مختلفين يطرح اصغرهما من أكبرهما فالعدد الناتج من هذا الجمع أو الطرح يسمى بعرض المعتدل ولنفرضه (ع) فبمقتضى القاعدة المذكورة في الكتب العربية لنا هذا القانون

$$\text{جيب (بعد الكوكب)} = \frac{\text{جيب (تمام الميل الاعظم)} \times \text{جيب (ع)}}{\text{جيب (٩٠ - هـ)}}$$

ويمكن حسابه بالقاعدة الخامسة المذكورة في المادة (١٦٣)
(استطرد)

يرى مما سبق ان المؤلفين قسموا قاعدة تعيين بعد الكوكب الى أربعة أقسام ولكن هذا التقسيم ليس بجيد لانهم اعتبروا في القسم الاول الحالة التى يكون فيها الطول والعرض مساويين للصفر فيكون حينئذ البعد صفرا أيضا ثم ان هذا صحيح ولكن قد يكون البعد صفرا أيضا بدون أن يكون الطول والعرض مساويين للصفر فالتقسيم اذن ليس حاصرا وكان الاوفق أن يعتبروا في القسم الاول الحالة التى يكون فيها الكوكب على معتدل النهار وفي الثانى الحالة التى يكون فيها الكوكب على دائرة البروج وفي الثالث الحالة التى يكون فيها الكوكب على مبدأ الطول وفي الرابع الحالة التى يكون فيها الكوكب فى أى محل كان فهذه الكيفية كان يمكن ايجاد قانون عام للحالة الرابعة يستنبط منه الاحوال الثلاث الاخرى بعض تغييرات خصوصية

لنفرض (هـ) (شكل ٩٤) الكوكب و (هـ ن د) المثلث المحدود بالدوائر العظمى
المارة بهذا الكوكب وبقطب العالم وبقطب دائرة البروج فالضلع (هـ ن) يكون ميل
الكوكب المطلوب تعيينه ولنا

$$\text{جيب (هـ ن)} = \text{جيب (هـ د)} \times \text{جيب (ن د هـ)}$$

وفي المثلث القائم الزاوية (ك د هـ) لنا أيضا

$$\text{تمام جيب (د ك هـ)} = \text{تمام جيب (د هـ)} \times \text{جيب (د ك هـ)}$$

وحيث ان زاوية (د ك هـ) هي نفس زاوية (ن د هـ) يحدث

$$\text{جيب (هـ ن)} = \frac{\text{تمام جيب (د ك هـ)}}{\text{تمام جيب (د هـ)}} \times \text{جيب (هـ د)}$$

أو

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \frac{\text{نجيب (الميل الاعظم)}}{\text{نجيب (الميل الثاني للطول)}} \times \text{جيب (العرض + الميل الثاني للطول)}$$

وهو القانون العام المتقدم ذكره وانما يختلف عن القوانين التي استعملتها العرب
بكونها ذكرنا فيه الزوايا وهم كانوا يعتبرون ثلثها بقصد تبديل تمام الجيب بالنجيب
فاذا أردنا إيجاد القانون المتعلق بالحالة الاولى السى يكون فيها الكوكب على خط
الاستواء نقول انه في هذه الحالة يكون الميل الثاني صفرا فيفرض ذلك في القانون
الاخير يحدث

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \text{نجيب (الميل الاعظم)} \times \text{جيب (عرض الكوكب)}$$

وللعالة الثانية يكون الكوكب على دائرة البروج فيكون عرضه صفرا ونجد

$$\text{جيب (ميل الكوكب)} = \text{ماس (الميل الثاني للطول)} \times \text{نجيب (الميل الاعظم)}$$

وللعالة الثالثة يكون الطول صفرا ويحدث

$$\text{جيب (بعد الكوكب)} = \text{نجيب (الميل الاعظم)} \times \text{جيب (عرض الكوكب)}$$

فاذا قارنا قانون الحالة الثانية بقانون الميل الثاني المذكور في مادة (١٧١)
نجد أن

$$\text{الميل الاول أى بعد الكوكب} = \text{الميل الثاني للكوكب}$$

ويرى بسهولة ان قانون الحالة الثالثة هو نفس القاعدة العربية المذكورة
آنفا

هذا وبامعان النظر في المثلث (هـ و د) الذي تولد منه القوانين المقدمة يرى أنه يمكن أن يكون لهذا المثلث ستة أوضاع مختلفة فني بعض الأوضاع يلزم جمع العرض والميل الثاني للطول أو طرح أصغرهما من الأكبر ويكون ميل الكوكب بعد ذلك إما شماليا وإما جنوبيا وقد اجتمع مؤلفو العرب في بيان ذلك ولكن لم ينفوا بالمقصود فلتسهل الفهم قد حررنا الجدول الآتي المحتوي على جميع القروض والنتائج المقابلة لها

طول الكوكب	عرض الكوكب	الإشارات	بعد الكوكب
من ١٨° إلى ٣٦°	شمالي <	الميل الثاني للطول (العرض + الميل الثاني للطول)	شمالي
	جنوبي <	»	جنوبي
	جنوبي <	»	شمالي
من ١٨° إلى ٣٦°	جنوبي <	»	جنوبي
	شمالي <	»	شمالي
	شمالي >	»	جنوبي

وأما كيفية تعيين ميل الكواكب ومطالعها على عهدنا هذا فهي أنه متى علم عرضها وطولها يستعمل القانونان

$$\text{جيب (م)} = \text{جيب (ع)} + \text{نجيب (ع) جيب (هـ) جيب (ط)}$$

$$\text{نجيب (ل)} = \frac{\text{نجيب (ع) نجيب (ط)}}{\text{نجيب (م)}}$$

ويمكن حسابهما بواسطة الربع الجيب أو جداول اللوغاريتمات غير أنه يلزم في هذه الحالة تغيير القانون الأول بالكيفية الآتية وهي

$$\text{مماس (لا)} = \frac{\text{جيب (ط)}}{\text{مماس (ع)}}$$

$$\text{مماس (ل)} = \frac{\text{جيب (لا - هـ)}}{\text{جيب لا}} \times \text{مماس (ط)}$$

$$\text{مماس (م)} = \text{مماس (لا - هـ) مماس (ط) جيب ل}$$

أما مقادير هذه الحروف فهي

$$\text{م} = \text{ميل الكوكب أو بعده}$$

$$\text{ل} = \text{مطالعه المستقيمة}$$

ع = عرض

ط = طول

هـ = ميل الشمس الاعظم

لا = الزاوية المعينة

ومن المعلوم ان (هـ) اى ميل الشمس الاعظم هو الزاوية التى بين مدار الشمس السنوى وخط الاستواء وهذه الزاوية متناقصة فى كل آن بكمية صغيرة جدا وتناقصها ناشئ عن ثلاثة اسباب وهى الكبو المسمى بالفرنساوية (فوناسيون) ومبادرة الاعتدالين (بره سه سيون) وانحراف الضوء (أبراسيون) أما الكبو فهو حركة خفيفة لمحور العالم ومبادرة الاعتدالين هى انتقال نقطتى الاعتدالين على خط الاستواء وانحراف الضوء هو انكساره عن اتجاهه حينما يرد اليه فهذه الاسباب تؤثر فى ميل الكواكب ومطالعها فاذا أريد ايجادها بالضبط يلزم تصحيح النتائج المتحصلة بالقوانين المتقدمة المذكورة على حسب القواعد المذكورة فى كتب علم الهيئة

(فى تعيين عرض البلد)

(١٧٣) لذلك طريقتان مذكورتان فى رسائل الجيب

(الاولى) متى علم ميل الشمس يؤخذ الارتفاع بالربع وقت الزوال فان كانت الشمس فى البروج الشمالية يطرح الميل من الارتفاع وان كانت فى البروج الجنوبية يضاف أحدهما الى الآخر ويطرح الحاصل من التسعين

(والثانية) يؤخذ كوكب أبدي الظهور ومعلوم الميل وعند مروره بنصف النهار يؤخذ ارتفاعه الاعلى وارتفاعه الاسفل فنصف مجموعهما يساوى العرض وحيث ان هاتين العمليتين من الامور المعروفة فنكتفى بما ذكرناه اجتنابا للتطويل

(فى تعيين الاصل المطلق)

(١٧٤) « فى معرفة الاصل — ضع على الستينى وعلم على جيب تمام الميل ثم انقل الى تمام العرض وأصعد من المرى الى الستينى تجد الاصل » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون نجد

الاصل = جيب (تمام الميل) × جيب (تمام العرض)

وقد ذكرنا فى مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب فى جيب آخر

وقد اشتملت الرسائل المذكورة على كثير من الالفاظ مثل الاصل المطلق وبعد القطر
واصل المعتدل ولم تين بالتفصيل مدلولاتها وقد أمكننا بالتأمل في العمليات الجارية عليها
أن نستنبط اهما التعريفات الآتية

لنفرض مستويا مارا بمركز مدار الشمس في أى يوم كان وموازيا للافق فاذا أنزلنا
عمودا على هذا المستوى من نقطة غاية ارتفاع الشمس على المدار المذكور فنسبة
هذا العمود الى نصف قطر الكرة يسمى الاصل المطلق لليوم المفروض فهو اذن عبارة
عن جيب

لنفرض المدار (ح هـ) (شكل ٩٥) فالاصل المطلق المقابل له هو $\frac{ص}{ص}$ فعلمه
العرب حسبوا الكمية د لكل يوم بالنسبة الى نصف القطر ح ص المفروض
انقسامه الى ستين قسما أقساما متساوية وأدخلوها في حساباتهم الفلكية وهى كمية
متغيرة في كل أيام السنة كما لا يخفى وكيفية تعيين هذه الكمية ان نرسم الافق
(ع ع) وخط الاستواء (ع ح) والمدار (ل ح) المقابل للمدار المفروض (ح هـ)
فتكون الزاوية (ع ص ح) مساوية لميل الشمس في اليوم المفروض أى للزاوية
(ع ص ح) ثم اذا مددنا العمود (د) الى ان يلاقى الافق فى (ب) ورسمنا (هـ هـ)
موازيا للافق المذكور يحدث مثلثان متشابهان (هـ هـ ح) و (د د ح) وحيث ان
وترأ كبرهما (ح هـ) مضاعف وتر الآخر (د د) فالضلعان الآخران من الاول
يساويان مضاعفى ضلعى الآخر فيكون

$$\frac{هـ}{د} = \frac{ص}{ص}$$

$$\text{ومنه } هـ د = ص د$$

ولنا فى المثلثين القائى الزاوية (ص ب ح) و (ص ب ح)

$$\frac{ب}{ص} = \text{جيب } (ح ص ب)$$

$$= \text{جيب } (م + ن)$$

$$\frac{ب}{ص} = \text{جيب } (ح ص ب)$$

$$= \text{جيب } (م - ن)$$

وبالجمع يحدث

$$\frac{u}{v} + \frac{u}{v} = \text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)$$

أو بفرض

$$v = u = v$$

$$\frac{u}{v} + \frac{u}{v} = \text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)$$

يكون

وحيث ان مثلثي (ب ح ص) و (ط ه ط) متساويان يكون

$$u = v = h$$

فبوضع (ه ب) بدلا من (ب ح) يحدث

$$\frac{u}{v} + \frac{u}{v} = \text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)$$

ولكن

$$u + u = h$$

يكون

$$\frac{h}{v} = \text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)$$

وبضرب الطرفين في $\frac{1}{v}$ يحدث

$$\frac{h}{v^2} = \frac{1}{v} [\text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)]$$

ولكن وجدنا ان

$$h = r = r \text{ فاذن يكون}$$

$$\frac{r}{v^2} = \frac{1}{v} [\text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)]$$

$$\frac{r}{v^2} = \frac{1}{v} [\text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u)]$$

ومن المعلوم في حساب المثلثات أن

$$\text{جيب } (m + u) + \text{جيب } (m - u) = 2 \text{ جيب } (u) \text{ تمام جيب } (m)$$

فاذن

$$\frac{r}{v^2} = 2 \text{ جيب } (u) \text{ تمام جيب } (m)$$

أو

$$\frac{d}{r} = \text{جيب } (u) \text{ جيب } (90 - m) \quad (1)$$

وهو المطلوب

وحيث ان

$$u = \text{تمام عرض البلد}$$

$$(90 - m) = \text{تمام ميل الشمس}$$

فيعلم مما تقدم ان الاصل المطلق يساوي الحاصل من جيب تمام عرض البلد في جيب تمام ميل الشمس ويرى من هذا القانون أنه اذا كان العرض صفرا تكون (u) مساوية لتسعين وحيث ان جيب التسعين واحد يكون الاصل المطلوب مساويا لجيب تمام الميل واذا كان ميل الشمس صفرا بان كانت على دائرة المعتدل فيكون جيب (90 - m) = 1 واذن يكون الاصل المطلق مساويا لجيب تمام العرض واذا فرض كل من العرض والميل صفرا يحدث

$$\frac{d}{r} = 1 \text{ ومنه } d = r$$

وحيث ان (r) في العمل مساو لنصف قطر الربع أي استين فيكون $d = r$ أيضا

(في استخراج بعد القطر)

(١٧٥) « في معرفة بعد القطر — ضع على الستيني وعلم على جيب الميل ثم انقل الى العرض وان شئت فعلم في الستيني على جيب العرض ثم انقل الى الميل تجد المرى على بعد القطر » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون نجد

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب (العرض)} \times \text{جيب (الميل)}$$

وقد ينالنا في مادة (١٥٩) كيفية ضرب جيب في جيب آخر ولبيان معنى بعد القطر نقول اذا فرضنا مستويا مارا بمركز مدار الشمس في أي يوم كان

(١) يمكن ابجاد ذلك بطريقة اخرى وهي

$$\frac{d}{r} = \text{جيب } (u)$$

$$\frac{d}{r} = \text{جيب } (90 - m)$$

فبضرب الطرفين يحدث

$$\frac{d}{r} = \text{جيب } (u) \text{ جيب } (90 - m)$$

وهو المطلوب اه مترجم

وموازيًا للافق وأزلنا عمودا على الافق من نقطة غاية ارتفاع الشمس التي على المدار
المذكور فنسبة الجزء من هذا العمود المحصور بين ذلك المستوى وسطح الافق الى نصف
قطر الكرة يسمى بعد القطر فهو اذن عبارة عن جيب

فاذا فرضنا نصف القطر مساويا لواحد يكون بعد القطر هو الخط (ب د) (شكل ٩٥)
ولا استخراجة نقول

$$\frac{ب}{ص} = \text{جيب } (م + ن)$$

أعني

$$\frac{ب}{ص} = \text{جيب } (م + ن)$$

ولكن قد وجدنا سابقا أن

$$\frac{د}{ص} = \frac{1}{2} [\text{جيب } (م + ن) + \text{جيب } (م - ن)]$$

فب طرح هذه المعادلة من المعادلة الاولى يحدث

$$\frac{ب - د}{ص} = \frac{\text{جيب } (م + ن) - \text{جيب } (م \times ن)}{2} - \text{جيب } (م - ن)$$

ومنها

$$\frac{ب - د}{ص} = \frac{\text{جيب } (م + ن) - \text{جيب } (م - ن)}{2}$$

$$= \text{تمام جيب } (ن) \times \text{جيب } (م)$$

و

$$\frac{ب - د}{ص} = \text{جيب } (ن - ٩٠) \times \text{جيب } (م - ن)$$

$$= \text{جيب } (العرض) \times \text{جيب } (الميل)$$

وهو المطلوب

ويعلم من هذا القانون انه اذا كان العرض فقط أو الميل فقط صفرا يكون بعد القطر
صفرا أيضا

(ملحوظ) - اذا علم بعد القطر وغاية الارتفاع يمكن استخراج الاصل المطلق منهما فلو
فرضنا العرض والميل شماليين يكون

$$b - c = d = e$$

أى أن جيب غاية الارتفاع نالسا بعد القطر يساوى الاصل وإذا فرضنا العرض والميل مختلفين أى أحدهما شماليا والآخر جنوبيا يكون الاصل مساويا لحاصل جمع جيب الغاية وبعد القطر

(فى تعيين الاصل المعدل)

(١٧٦) « فى معرفة الاصل المعدل — اجمع بعد القطر مع جيب الارتفاع ان كان الميل مخالفا وخذ الفضل ان كان موافقا فالحاصل أو بقى سهمه الاصل المعدل »
فاذا فرضنا عرض البلد وميل الشمس فى جهة واحدة يكون

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب (الارتفاع)} - \text{بعد القطر}$$

وإذا فرضناهما فى جهتين مختلفتين يكون

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب (الارتفاع)} + \text{بعد القطر}$$

وينتج من ذلك ان الاصل المعدل انما هو جيب يتولد من قاضل جيبين أو من مجموعهما

لتفرض الشمس فى (ل) مثلا (شكل ٩٥) فيكون

$$\frac{\text{ص ل}}{\text{ص د}} = \text{جيب الارتفاع}$$

$$\frac{\text{ب د}}{\text{ص د}} = \text{بعد القطر}$$

وحيث ان العرض والميل فى شكلنا هما فى الجهة الشمالية فيلزم طرح أصغرهما من أكبرهما فيحدث أن

$$\frac{\text{ص ل} - \text{ص د}}{\text{ص د}} = \text{جيب (الارتفاع)} - \text{بعد القطر}$$

وإذا فرضنا نصف القطر واحدا يكون أصل المعدل (د ل)

وإذا كان العرض شماليا والميل جنوبيا يكون بعد القطر تحت الافق فيلزم حينئذ ضعه الى جيب الارتفاع اذ فى هذه الحالة يكون

$$(ب د) \text{ أى أصل المعدل} = \text{جيب (الارتفاع)} + \text{بعد القطر}$$

(فى تعيين المحفوظ الاول والثانى وجيب الترتيب)

« في معرفة المحفوظ الأول — ضع على تمام العرض وعلم على بعد القطر ثم انقل الى السبتي تجد المحفوظ الاول »

« في معرفة المحفوظ الثاني بعد أخذ الارتفاع — ضع على تمام العرض وعلم على جيب الارتفاع ثم انقل الى السبتي تجد المحفوظ الثاني »

« في معرفة جيب الترتيب — اجمع المحفوظ الاول والثاني في البروج المخالفة وخذ الفضل في الموافقة فما كان فهو جيب الترتيب »
فاذا وضعنا هذه القواعد على صورة قوانين نجد

$$\frac{\text{المحفوظ الاول}}{\text{بعد القطر}} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

$$\frac{\text{المحفوظ الثاني}}{\text{جيب (الارتفاع)}} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

$$\text{جيب الترتيب} = \text{المحفوظ الثاني} \div \text{المحفوظ الاول}$$

ولحساب الاول والثاني من هذه القوانين تستعمل الطريقة الثانية المذكورة في مادة (١٦٣) فاذا كانت الشمس في جهة مخالفة للعرض يضم أحد المحفوظين للآخر فيحدث جيب الترتيب واذا كانت في جهة موافقة للعرض يطرح أحدهما من الآخر وقد سميت العرب هذه الاشياء الثلاثة بالمحفوظ الاول والمحفوظ الثاني وجيب الترتيب لكثرة استعمالهم لها في عملياتهم وكثيرا مانسبهم حقائقها على الطالبين ولكن اذا تأملت فيما سنلقيه عليك الآن تنكشف لك وجوه معانيها

اذا أنزلنا خطا عموديا من موضع الشمس على الفصل المشترك بين مدارها وسطح الافق يكون هذا العمود المحفوظ الثاني واذا رسمنا من مركز المدار خطا موازيا للفصل المذكور فانه يقسم المحفوظ الثاني الى قسمين فالقسم الذي في جهة الفصل المشترك يسمى المحفوظ الاول والقسم الذي في جهة الشمس يسمى جيب الترتيب

ولايضاح ذلك نفرض (ع ع) الافق (شكل ٩٦) و (ص ص) مدار الشمس و (م) مركزه و (ح ح) سطحنا مارا من هذا المركز وموازيا للافق و (ل) موضع الشمس و (و و) الفصل المشترك بين المدار والافق و (ك ك) خط تقاطع السطح (ح ح) و سطح المدار فهو مواز للفصل المشترك (و و) . و (ل ط) العمود النازل من موضع الشمس على (و و) فيكون هو المحفوظ الثاني وقسمه

(د ط) المحفوظ الاول و (د ل) جيب الترتيب
ولاستخراج مقادير هذه الكميات نقول في المثلث (د ه ط) القائم الزاوية لنا

$$\frac{د ه}{د ط} = \text{جيب (د ه ط)}$$

ولكن

$$\begin{aligned} د ه &= \text{بعد القطر} \\ د ط &= \text{تمام عرض البلد} \end{aligned}$$

فأذن

$$\frac{\text{بعد القطر}}{د ط} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

أو

$$\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = د ط = \text{المحفوظ الاول}$$

وفي المثلث (ط ب ل) القائم الزاوية لنا

$$\frac{ب ل}{ل ط} = \text{جيب (ل ط ب)}$$

ولكن

$$\begin{aligned} ب ل &= \text{جيب (الارتفاع)} \\ ل ط &= \text{تمام العرض} \end{aligned}$$

فأذن

$$\frac{\text{جيب (الارتفاع)}}{ل ط} = \text{جيب (تمام العرض)}$$

$$\frac{\text{جيب (الارتفاع)}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = ل ط = \text{المحفوظ الثاني}$$

وأما جيب الترتيب فكانوا يعرفونه بضم المحفوظين أو بطرح أحدهما من الآخر كما
تقدم ويمكن معرفته أيضا بواسطة أصل المعدل (ح ل) المذكور في مادة (١٧٦)
بأن يقال

$$\frac{د}{ل} = \text{جيب (ل د)}$$

أو

$$\text{جيب (ل د)} = \frac{د}{ل}$$

أعني

$$\text{جيب (تمام العرض)} = \frac{\text{أصل المعدل}}{د} = \text{جيب الترتيب}$$

أى انه اذا قسم أصل المعدل على جيب تمام العرض باحدى الطرق المذكورة في مادة (١٦٣) يحصل على جيب الترتيب واذا كان الارتفاع مجهولا يمكن معرفة جيب الترتيب بالطريقة الآتية بيانها ومتى علم يستخرج منه المحفوظ الثانى لان

$$\text{المحفوظ الثانى} = \text{جيب الترتيب} \mp \text{المحفوظ الاول}$$

فالعلامة + تكون للبروج الشمالية والعلامة - للبروج الجنوبية وبيان تلك الطريقة ان يقال لنا فى المثلث (د م ل) القائم الزاوية

$$\frac{د}{ل} = \text{جيب (د م ل)}$$

$$= \text{تجيب (ل م ص)}$$

ومنه

$$\frac{د}{\text{جيب (ل م ص)}} = \text{ل م}$$

وفى المثلث (م ص ب)

$$\frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}} = \text{م ص}$$

وحيث ان (ل م) و (م ص) متساويان لانهما نصف قطر المدار يحدث

$$\frac{\text{د}}{\text{جيب (ل م ص)}} = \frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ومنها

$$\text{د} = \text{تجيب (ل م ص)} \times \frac{\text{ص ب}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ولكن قلنا في مادة (١٧٤) ان

صَ بَ = الاصل المطلق

= جيب (تمام العرض) جيب (تمام الميل)

فاذن

د ل = نجيب (ل م ص) جيب (تمام الميل)

وسيتبين لنا من مادة (١٧٨) أن زاوية (ل م ص) هي فضل الدائر فيكون اذن

د ل = جيب الترتيب = جيب (تمام فضل الدائر) جيب (تمام الميل)

وبناء عليه اذا علم فضل الدائر وكان الارتفاع مجهولا يمكن بواسطة هذا القانون استخراج جيب الترتيب

(في تعيين نصف الفضلة ومدة الليل والنهار ووقت الطلوع والزوال)

(١٧٧) « في معرفة نصف التعديل من الاصل وبعد القطر - ضع على الستيفي وعلم

على الاصل ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على بعد القطر فما قطع من القوس فهو نصف التعديل ويسمى نصف الفضلة »

معنى ذلك ان

$$\text{جيب (نصف الفضلة)} = \frac{\text{بعد القطر}}{\text{الاصل المطلق}}$$

وباستعمال الطريقة الاولى المبينة في مادة (١٦٣) لاجراء هذه القسمة يعلم جيب نصف الفضلة ومنه تعلم زاويته غير انه ينبغي أن يعلم ان تلك الطريقة تستدعي وضع الخيط على الزاوية وقد اتضح لنا من مادتي (١٧٤) و (١٧٥) ان الاصل المطلق وبعد القطر انما هما جيبان فيمكن اذن وضع الخيط على الستيفي ويعلم على الجيب المسمى بالاصل المطلق ثم يحرك الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط الخارج من مقدار بعد القطر ويرى من ذلك انه يمكن اجراء عملية الضرب والقسمة سواء علمت الزاوية أو جيبها فقط

ونصف الفضلة ويقال له نصف التعديل هو نصف الفاضل بين مدة النهار أو الليل واثنى عشرة ساعة والافق أن يقال انه نصف الفاضل بين قوس النهار أو الليل ومائة وثمانين درجة

ولايجاد القانون المتقدم ذكره نقول ليكن (ع ع) أفق المصل (شكل ٩٧) و (هـ ح) مدار الشمس في يوم مفروض فقوس النهار يكون (ب هـ ب) ولترسم من مركز المدار

(م) سطحا موازيا للافق فيقطع المدار المذكور على الخط (م ل) ويكون القوس (م هل) الذي فوق هذا الخط مائة وثمانين درجة ويحدث

$$\frac{ب هـ - م هل}{٢} = ب ل$$

ويوصل نقطتي م و ب بالخط (م ب) يكون

$$\frac{ب هـ - م هل}{٢} = ب م ل$$

فيؤول الامر الى تعيين هذه الزاوية (ب م ل) ولاجل ذلك يقال يرسم من نقطة (ب) العمود (ب ح) على (م ل) فلنا في المثلث (ب م ح) القائم الزاوية

$$\frac{ب م}{م} = \frac{ب ح}{ب م} = \text{جيب (ب م ح)} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

ولكن

$$ب ح = م و$$

$$ب م = م هـ$$

فاذن

$$\frac{م و}{م هـ} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

ولكون المثلثين (م ك م) و (م د هـ) متشابهين يحدث أن

$$\frac{م و}{م هـ} = \frac{م ك}{م د هـ}$$

فاذن

$$\frac{م ك}{م د هـ} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

وحيث ان (م ك م) هو بعد القطر و (م د هـ) الاصل المطلق كما قلنا في مادي (١٧٥) و (١٧١) فيكون

$$\frac{\text{بعد القطر}}{\text{الاصل المطلق}} = \text{جيب (نصف الفضلة)}$$

وهو المطلوب

ولم يقتصر مؤلفو العرب على هذا القانون لاستخراج نصف التعديل بل أدخلوا فيه مقادير بعد القطر والاصل المطلق والمحفوظين فجاء على صور مختلفة مثال ذلك

$$\text{جيب (نصف الفضلة)} = \frac{\text{المحفوظ الاول}}{\text{جيب تمام الميل}}$$

$$= \frac{\text{جيب (العرض)}}{\text{الاصل المطلق}} \times \text{جيب الميل}$$

$$= \text{مماس (العرض)} \times \text{مماس (الميل)}$$

والمداول في هذا الزمان لاستخراج نصف التعديل استعمال هذه الطريقة بان يقال
ليكن المثلث الكروي القائم الزاوية (ب م د) (شكل ٩٨) بحيث ان الضلع (ب م)
عبارة عن قوس الدائرة العظمى التي تقاس عليها الزاوية (د ب) فلنا بمقتضى
القانون

$$\text{مماس (الضلع)} = \text{مماس (الزاوية المقابلة لذلك الضلع)} \times$$

$$\text{جيب (الضلع الآخر)}$$

$$\text{مماس (ب د)} = \text{مماس (ب م د)} \times \text{جيب (م د)}$$

ومنه

$$\text{جيب (م د)} = \frac{\text{مماس (ب د)}}{\text{مماس (ب م د)}}$$

وبما ان

$$\text{ب م د} = \text{تمام عرض البلد}$$

$$\text{و ب د} = \text{ميل الشمس في اليوم المقروض}$$

فيمكن بواسطة اللوغاريتمات استخراج (م د) من ذلك القانون

$$\text{مثال ذلك} - \text{اذا فرضنا تمام العرض} = ١٩^\circ$$

$$\text{وميل الشمس} = ٨^\circ$$

وباللوغاريتمات

يكون الحل بالربع

$$\text{لوغا مماس } ٨^\circ = ٩,١٤٧٨٠٢٥$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٨^\circ = ٥,٥$$

$$\text{لوغا مماس } ١٩^\circ = ٠,٦٠٨٣٦٩$$

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب (٩٠ - ٤١)} \times$$

$$\text{لوغا جيب (نصف الفضلة)} = ٩,٠٨٦٩٦٥٦$$

$$\text{جيب (٩٠ - ٨)} = ٤٤,٩$$

$$\text{نصف الفضلة} = ٠,١ \text{ در } ٧^\circ$$

$$\text{نصف الفضلة} = \frac{٥,٥}{٤٤,٩} = ٠,١ \text{ در } ٧^\circ$$

وليلاحظ أن $\frac{٥٥}{٤٤٩}$ لا يدل على خارج قسمة ٥٥ على ٤٤٩ بل على لزوم قسمة الجيب المبسوط الخارج من نقطة ٥٥ من الستين على الجيب المبسوط الخارج من نقطة ٤٤٩ ومع ذلك إذا أريد إيجاد نصف الفضلة بواسطة هذين العددين يلزم ضرب خارج القسمة في ٦٠ كما لا يخفى فيكون

$$\frac{٥٥}{٤٤٩} = ٠.١٢٢$$

$$\frac{٦٠}{٧٣٣.٠}$$

أي أن نصف الفضلة هو القوس (٧°) الذي يفصله الجيب المبسوط الخارج من نقطة الستين المقابلة للعدد ٧٣٣.٠ ويؤخذ من المثال السابق أن الفرق بين الحليين المذكورين إنما هو دقيقة واحدة ولا غرابة في ذلك إذ قد يقع في الحل بواسطة الربع خطأ من ثلاث دقائق إلى خمس

إذا عرفت كيفية تعيين نصف الفضلة وأردت بعد ذلك معرفة مدة النهار والليل ووقت الزوال والطلوع فراجع ما ذكر في مادة (١٤٧) كاف للاغرض وواف بالمقصود
(في استقراج الدائر وفضل الدائر)

(١٧٨) « في معرفة فضل الدائر والدائر من الاصل المطلق والاصل المعتدل — ضع على الستين وعلم على الاصل المطلق ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على الاصل المعتدل فقاطع من معكوس القوس فهو فضل الدائر هو الباقي للزوال ان كنت قبله والماضى منه ان كنت بعده وما قطع الخيط من أول القوس زد عليه نصف الفضلة ان كان الميل موافقا وانقصه ان كان مخالفا فما كان فهو الدائر ان كان الارتفاع شرقيا هو الماضى من الشروق والا فهو الباقي للغروب » فبوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

$$\text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعتدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

ويعلم خارج القسمة هذا بواسطة الطريقة الاولى المذكورة في مادة (١٦٣) مع ملاحظة ان خارج القسمة المذكور هو تمام جيب فعلى هذا يلزم أخذ العدد المعكوس المقابل لنقطة تلاقي الخيط بقوس الربع فيكون هو فضل الدائر فاذا كان الارتفاع شرقيا يدل ذلك العدد على الزمن الباقي للزوال وان كان الارتفاع غربيا يدل العدد المذكور على ماضى من الزوال فبطرح فضل الدائر من نصف مدة النهار المتقدم تعيينه أو بضمه اليه تعلم الساعة المقابلة للارتفاع المقروض

وإذا طرح فضل الدائر من تسعين أى إذا أخذ العدد المستوي المقابل لنقطة تلاقى الخيط بتعوس الربع ثم أضيف الى نصف الفضلة إذا كان العرض والميل في جهة واحدة أو طرح منه إذا كانا في جهتين مختلفتين فالجموع أو الفاضل يدل على دائرة وقت الارتفاع بحيث أنه إذا كان الارتفاع شرقيا بهـ لم الماضى من الشروق وإذا كان غربيا بهـم الباقي منه

وكيفية انشاء القانون المتقدم ذكره أن يقال لنفرض الشمس في (ل) (شكل ٩٦) وقت أخذ ارتفاعها فالماضى من الزوال هو القوس (ص ل) والباقي للغروب هو القوس (ل و) فالاول هو فضل الدائر والثاني الدائر ولما في المثلث القائم الزاوية (د ل م)

$$\frac{د ل}{ل م} = \text{جيب (م ل)} = \text{تمام جيب (ل م ص)} \text{ أى فضل الدائر}$$

وبحث ان المثلثين (د ل و) و (م ص ب) متشابهان فلنا

$$\frac{د ل}{ل و} = \frac{م ص}{ص ب}$$

ومنه

$$\frac{د ل}{ص ب} = \frac{ل و \times م ص}{ص ب}$$

أما (م ل) و (م ص) فهما نصف قطرى المدار فهما اذن متساويان وبوضع (م ل) بدلا من (م ص) يحدث

$$\frac{د ل}{ص ب} = \frac{ل و \times م ل}{ص ب}$$

وبوضع هذا المقدار في المعادلة الاولى ينتج

$$\frac{د ل}{ص ب} = \frac{ل و \times م ل}{ص ب} = \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{ل و \times م ل}{ص ب}$$

أما (ل و) فهو بمقتضى ما ذكر في مادة (١٧٦) الاصل المعدل و (ص ب) بمقتضى ما ذكر في مادة (١٧٤) الاصل المطلق فلنا اذن

$$\text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصـل المعدل}}{\text{الاصـل المطلق}}$$

$$\text{والدائر} = \text{ل م ك} + \text{ك م ن}$$

وحيث ان

$$\text{ل م ك} = ٩٠ - \text{فضل الدائر}$$

$$\text{ك م ن} = \text{نصف الفضلة}$$

يكون

$$\text{الدائر} = ٩٠ - \text{فضل الدائر} - \text{نصف الفضلة}$$

فإذا كان العرض وميل الشمس في جهة واحدة كما هو في شكلنا يلزم أخذ العلامة +
وإذا كانا في جهتين مختلفتين تؤخذ العلامة -

والمشهور في زمننا هذا استخراج فضل الدائر من المثلث الكروي المائل الزاوية الذي
رؤسه سمت الرأس وموضع الشمس وقطب العالم واضلاعه تمام العرض وتمام الارتفاع
وتمام ميل الشمس وذلك باستعمال القانون الذي يعلم منه نصف الزاوية القطبية
المحصورة بين تمام الميل وتمام العرض بالنسبة الى نصف مجموع الاضلاع

$$\text{مثال : عرض البلد} = ٤١^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{ارتفاع الشمس} = ٣٥^\circ \text{ بعد الزوال}$$

(فبالربع يقال)

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب (تمام العرض) جيب (تمام الميل)} \quad \text{مادة (١٧٤)}$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب (العرض) جيب (الميل)} \quad \text{» (١٧٥)}$$

$$\text{الاصل المعدل} = \text{جيب (الارتفاع) - بعد القطر} \quad \text{» (١٧٦)}$$

$$\text{جيب (الارتفاع)} = \text{جيب } ٣٥^\circ = ٣٤,٥$$

$$\text{بعد القطر} = \text{جيب } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٨^\circ = ٥,٥$$

$$\text{الاصل المعدل} = ٢٩,٠$$

$$\text{الاصل المطلق} = \text{جيب } ١٩^\circ \times \text{جيب } ٨٢^\circ = ٤١,٩$$

فبالطريقة الاولى المذكورة في مادة (١٦٣) نجد

$$\frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}} = \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = ٤٥^\circ, ٤٩'$$

وبطريقة أخرى نضرب $\frac{٢٩}{٤٤٩} = ٠,٦٤٦$ في ٦٠ فيحصل $٠,٦٤٦ \times ٦٠ = ٣٨,٧٦$

$$\text{والقوس الذي تمام جيبه (٣٨,٧٦) = } ٤٥^\circ, ٤٩'$$

وهو المطاوب

(وبطريقة قانون نصف مجموع الاضلاع واللوغاريتم يقال)

$$\text{جيب (نصف فضل الدائر)} = \frac{١}{٢}م =$$

$$\frac{\text{جيب (٥ - ٥) جيب (٥ - ٥)}}{\text{جيب ٥ + جيب ٥}}$$

$$\text{٥} = \text{تمام الميل} = ٨٢^\circ$$

$$\text{٥} = \text{تمام العرض} = ٤٩^\circ$$

$$م = \text{تمام الارتضاع} = \frac{\infty}{١٨٦}$$

$$\text{٥} = \text{نصف مجموع الاضلاع} = \frac{١٨٦}{٩٣} = ٩٣$$

$$\text{٥ - ٥} = ١١$$

$$\text{٥ - ٥} = ٤٤$$

$$\text{لوغا جيب ١١} = ٩,٢٨٠٥٩٨٨$$

$$\text{لوغا جيب ١٤} = ٩,٨٤١٧٧١٢$$

$$\text{التمام العددي للوغا جيب ٨٢} = ٠,٠٠٤٢٤٧٢$$

$$\text{التمام العددي للوغا جيب ٤٩} = ٠,١٢٢٢٢٠١$$

$$= ٢ : ١٩,٢٤٨٨٢٧٤$$

$$\text{لوغا جيب (نصف فضل الدائر)} = ٩,٦٢٤٤١٨٧$$

$$\text{نصف فضل الدائر} = ٢٤^\circ, ٥٤'$$

$$\text{ونصف الدائر} = (٤٨^\circ, ٤٩')$$

ويبين من هذا المثال ان الحلين يكادان يكونان متساويين ثم ان في استعمال

اللوغاريتمات زيادة ضابط ولكن فيه زيادة تعب أيضا عن استعمال الربع ولا يخفى
انه يمكن حل قانون نصف مجموع الاضلاع بواسطة الربع بغاية السهولة
(في تعيين وقت الارتفاع)

نصف الفضلة	$\frac{1}{2}^\circ$	مادة (١٧٧)
دقيقه	ساعات	$\frac{90}{+}$
٢٨	٦	٩٧ نصف قوس النهار
١٩	٣	الفضل الدائر أى الماضى من الزوال
٠٩	٣	الفضل الدائر أى مايقبى للغروب
دقيقه	ساعة	
٠	١٢	وقت الغروب
٠٩	٣	الدائر
٥١	٨	وقت الارتفاع بدون تصحيح
٠٨	٠	التمكين
٤٣	٨	وقت الارتفاع بالساعة الغروبية

ولم يكتب علماء العرب بالقانون المتقدم ذكره لاستخراج فضل الدائر بل استعملوا
قوانين أخرى فما وقفنا عليه منها

$$\begin{aligned} & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{جيب الترتيب}}{\text{تمام جيب (الميل)}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{[\text{الاصل المطلق} - (\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع})]}{\text{الاصل المطلق}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{تمام جيب (العرض)}} = \frac{\text{جيب (العرض)}}{\text{تمام جيب (الميل)}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{(\text{جيب (تمام العرض)} - \frac{\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع}}{\text{تمام جيب (الميل)}})}{\text{تمام جيب (العرض)}} \\ & \text{تمام جيب (فضل الدائر)} = \frac{(\text{جيب (تمام الميل)} - \frac{\text{جيب الغاية} - \text{جيب الارتفاع}}{\text{تمام جيب (العرض)}})}{\text{جيب (تمام الميل)}} \end{aligned}$$

تمام جيب (فضل الدائر) = $\frac{\text{الاميل المطلق} - (\text{جيب الفاية} - \text{جيب الارتفاع})}{\text{جيب (الميل)} - \text{جيب (العرض)}}$

سهم فضل الدائر = $\frac{\text{جيب الفاية} - \text{جيب الارتفاع}}{\text{جيب (العرض)}}$

وجميعها تحل بالقواعد المعروفة فلا حاجة الى ذكرها هنا غير انه يلزم التنبيه على ان حل القانون الاخير يحصل منه على جيب فيقرأ مرة - مداره على الستيني ثم يبحث على الجيب التام عن العدد المعكوس المبادى لذلك المقدار ويخرج منه على الجيب المنكوس فيلاقى قوس الربع في نقطة يدل عددها المستوى على فضل الدائر وبعبارة أخرى بعد استخراج الجيب يلزم تحويله الى السهم بالطريقة التي سبق شرحها (في استخراج ارتفاع الشمس من فضل الدائر)

(١٧٩) « في معرفة ارتفاع فضل الدائر بطريق المحفوظين وتعلم الميل - ضع الخطط على الستيني وعلم على جيب تمام الميل ثم انقل الخطط الى فضل الدائر من معكوس القوس ان كان أقل من (ص) والا فعلى الزائد على (ص) من أول القوس تجد المرى على جيب الترتيب فأجعه مع المحفوظ الاول ان كان الميل موافقا والا فخذ الفضل فما كان فهو المحفوظ الثاني فضع على الستيني وعلم على جيب تمام العرض ثم انقل الى قوس المحفوظ الثاني تجد المرى على جيب الارتفاع »
فيوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

جيب (الارتفاع) = المحفوظ الثاني \times جيب (تمام العرض)

أما المحفوظ الثاني فقد عيناه في مادة (١٧٦) ووجدنا ان

جيب الترتيب = جيب (فضل الدائر) \times جيب (تمام الميل)

والمحفوظ الاول = $\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$

والمحفوظ الثاني = جيب الترتيب \times المحفوظ الاول

فيعد تعيين جيب الترتيب تؤخذ العلامة + اذا كان العرض والميل متفقين الجهة والعلامة - ان كانا مختلفين ويعلم حينئذ المحفوظ الثاني

وحيث ان المحفوظ الثاني هذا انما هو عبارة عن جيب فيقتضى ما قيل في مادة (١٥٩) بعين الارتفاع المطلوب بوضع الخطط على الستيني ويعلم على المحفوظ الثاني وينقل على

زاوية تمام العرض فيقع المرى على جيب مبسوط يلاقى قوس الربع في نقطة يكون عددها المستوى هو الارتفاع المذكور

(مثال)

إذا فرضنا العرض = ٠٠ ° و ٤١ ° شماليه

والميل = ٠٠ ° و ٨ °

وفضل الدائر = ٤٨ ° و ٤٩ ° غريبه

يكون

جيب الترتيب = جيب ١٢ ° و ٤٠ ° × جيب ٨٢ ° = ٣٨,٢

المحفوظ الاول = $\frac{\text{بعد القطر} \times \text{جيب ٤١} \times \text{جيب ٨}}{\text{جيب ٤٩}}$ = ٨,٤

جيب الترتيب + المحفوظ الاول = ٤٥,٦٠

جيب الارتفاع = ٤٥,٦ جيب ٤٩ ° = ٢٤,٥

فالارتفاع = ٢٥ ° غريبه

إذا كان فضل الدائر أكبر من تسعين درجة كأن يكون ٩٧ ° بحيث ان تمام جيب متممه أى تمام جيب ٨٣ ° يكون مساوياً لجيب تمامه أى لجيب ٧ ° فإذا ضرب جيب الفرق بينه وبين التسعين درجة أى جيب ٧ ° في جيب تمام الميل يحصل جيب الترتيب

وإذا وجد جيب الترتيب أعظم من الستين يؤخذ من الربع جيب تمام العرض ويضرب مقداره العددي في جيب الترتيب ثم يقسم الحاصل على ستين فالتخرج يكون جيب الارتفاع

وقد استعمل العرب قوانين أخرى خلاف القانون المتقدم ذكره لاجل تعيين ارتفاع فضل الدائر وهي

جيب (الارتفاع) = الاصل المطلق × جيب (تمام فضل الدائر) ÷ بعد القطر

فتؤخذ العلامة + إذا كان العرض والميل متفقين الجهة والا فالعلامة -

ثم

جيب الارتفاع = جيب تمام العرض \times (سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر) جيبا (١) ثم

جيب الارتفاع = $\frac{\frac{1}{2} \text{ جيب القاية}}{\frac{1}{2} \text{ سهم نصف قوس النهار جيبا}} \times \text{جيب (تمام فضل الدائر)} \div \text{بعد القطر}$

هذا وقد تقدم في مادة (١٢١) انه لابد لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد من تعيين ارتفاع الشمس لكل ربع ساعة أو لكل عشر دقائق أى ارتفاعها بالنسبة الى فضل الدائر المقروض وقد أجرينا ذلك بواسطة قوانين حساب المثلثات الكروية وحيث انه يشاهد على بعض الارباع القديمة رسم ما سميناه بسيطة اليد فيظهر ان ذلك الرسم عمل في الزمن السالف بتعين ارتفاع الشمس بواسطة أحد القوانين التي ذكرناها هنا

ولنضرب مثالا يتضمن به المقام وان كان حل أى قانون داخل فيه السهم لاصعوبة فيه فنقول
ليكن القانون

جيب الارتفاع = جيب (تمام العرض) \times (سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر) جيبا
ولنفرض

عرض البلد	= ٥٠ °	شماله
ميل الشمس	= ٨ °	«
فضل الدائر	= ١٨ °	غربه

فيكون

نصف الفضلة	= ٧ °	مادة (١٧٧)
نصف الفضلة + ٩٠ =	نصف قوس النهار = ٩٧	
سهم ٩٠ °	= ٦٠	
جيب ٧ °	= ١٢,٤	
سهم ٩٧ ° = سهم نصف قوس النهار	= ٦٧,٤	مادة (١٥٧)
سهم فضل الدائر = سهم ٤٨ °	= ٢١,٤	مادة (١٥٧)
سهم نصف قوس النهار - سهم فضل الدائر	= ٤٦,٠	(جيبا)

(١) الفصد من اعطة (جيبا) هو أنه لصرب السهم في الجيب يلزم افتتار السهم جيبا ويجرى العمل كما تقدم في ضرب الجيب في الجيب أى يؤخذ السهم على السنتين ويستمر العمل على الجيب المبسوط الخارج من مقدار السهم كما هو معلوم وادار السهم من ٦٠ يصرف النظر من هذا العدد ويجرى العمل على الباقي

وضع بعد ذلك الخيط على الستين وعلم بالمرى على العدد ٤٦ وانتقل الى زاوية تمام العرض يقع المرى على الجيب المبسوط الفاصل من قوس الارتفاع المطلوب أعنى أن

$$\text{جيب (تمام العرض)} \times ٤٦ = \text{جيبا} = ٣٥$$

وهو ارتفاع غربى

(في العصر ووقته)

(١٨٠) « في معرفة ظل العصر وارتفاعه والدائريته وبين الظهر والدائريته وبين الغروب — حصل ظل الغاية المبسوط وزد عليه قامته ثم حصل ارتفاع الجلالة يحصل ارتفاع العصر فاستخرج فضل دائره بأحد الوجوه المتقدمة فما كان فهو فضل الدائر بين الظهر والعصر أسقطه من نصف قوس النهار يبقى ما بين العصر والغروب وأما آخر وقت الاختيار وهو أول الوقت عند الامام أبى حنيفة فزد على ظل الغاية ضعف قامته واستخرج ارتفاع الجلالة ثم استخرج فضل دائره بما تقدم يحصل الدائريتين الظهر وآخر وقت الاختيار»

تقدم لك في مادة (٨٩) تحقيق شاف فيما يتعلق بالعصر ووقته فلا لزوم لاعادة شئ من ذلك هنا وإنما بين كيفية أخذ ارتفاعه وتعيين وقته بالربع الجيب فنقول اذا أريد تعيين ارتفاع العصر في أى يوم كان يلزم أولاً تعيين الظل المبسوط لغاية الارتفاع في ذلك اليوم أعنى تمام مماسه بواسطة ما ذكر في مادة (١٥٦) ثم يضاف اليه ١٢ فيحصل عدد على الجيب التام يخرج منه على الجيب المنكوس فيسلاق الجيب المبسوط الخارج من القامة المفروضة في نقطة اذا وضع عليها الخيط يفصل من قوس الربع ارتفاع العصر الاول واذا أضيف ٢٤ بدل ١٢ الى تمام المماس المذكور وأجريت هذه العملية يحدث ارتفاع العصر الثاني

ولايضاح ذلك نفرض غاية الارتفاع ٥٧° فاذا وضعنا الخيط على هذا القوس يقطع الجيب المبسوط الخارج من القامة المفروضة ١٢ على الستين في نقطة اذا خرجنا منها الى الجيب التام نجد تمام المماس ٧٨ فنضيف اليه العدد ١٢ يحصل ١٩٨ ونضيف اليه ٢٤ يحصل ٢٢٢ ثم نبعث عن هذين الحاصلين على الجيب التام ونخرج من ككل منهما على الجيب المنكوس المثلثه فنلاقى الجيب المبسوط المار

بالقامة المفروضة في نقطتين اذا وضعنا على كل منهما الخيط يقطع قوس الربع على ارتفاع العصر الاول ثم على ارتفاع العصر الثاني ونجد ان الاول = $٢٠^\circ ٣١'$ والثاني = $٢٠^\circ ٣٠'$

وقد يرسم على بعض الارباع خطان أحدهما لتعيين العصر الاول والثاني للثاني وهما نفس خطى العصر الاتفاقي وقد تقدم كيفية رسمهما في مادة (١٤٢) وحررنا لذلك الجدول (١٩) والجدول (٢٠) المحتويين على غايات الارتفاع من الصفر الى تسعين درجة وقد ذكرنا ذلك بالتفصيل الكافي فلا حاجة للتكرار وانما يلزمنا الكلام على كيفية رسم الخطين المذكورين على الربع وكيفية استعمالهما

فلاجل رسم خط العصر الاول نضع الخيط على القوس الذي عدده المستوى $٥^\circ ١٠'$ وهو العدد الموجود في خانة غاية الارتفاع من الجدول (١٩) ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ١° ثم نضع الخيط على القوس $٥^\circ ٣٠'$ ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٢° ثم نضعه على القوس $٥^\circ ٣٠'$ ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٣° ثم نضعه على القوس $١٧^\circ ٤'$ ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٤° ثم نضعه على القوس $٢٧^\circ ٥'$ ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٥° ونستمر في العمل على هذا المنوال الى الدرجة ٩° فنضع الخيط على الستين ونعين نقطة تقاطعه بالجيب المبسوط المار بالعدد ٤٥° فتحدث تسعة وثمانون نقطة اذا ضم بعضها الى بعضه بخط واحد يحدث خط العصر الاول (ح ل) فابتدأه درجة صفر وانتهاه جيب ٤٥° أما كونه يتدنى بالصفر فلا تالو وضعنا الخيط على هذه الدرجة كما تقدم مثاله فانه يقع على الجيب التام ويقطع الجيب المبسوط المار بها في نفس نقطة الصفر

واذا أجرينا هذا العمل بواسطة الجدول (٢٠) نحصل على خط العصر الثاني وبواسطة هذين الخطين يمكن تعيين ارتفاع العصر في أي يوم فرض وكيفية ذلك ان تؤخذ غاية الارتفاع في اليوم المفروض ويوضع عليها الخيط فيقطع خط العصر في نقطة يمر بها الجيب المبسوط الذي يفصل من قوس الربع قوسا يكون عدده المستوى عبارة عن ارتفاع العصر المطلوب

وأما تعيين وقت العصر فيحصل باستخراج فضل الدائر لارتفاعه وقد تقدم ذكر ذلك
في مادة (١٧٨) فليراجع

(في بيان الشفق والفجر والامسالك)

(١٨١) « في معرفة حصة الشفق وحصة الفجر - الشفق هو الحرة المعترضة في أفق
المغرب بعد الغروب ومن بعد غروبه يدخل وقت العشاء والفجر هو البياض المعترض
في أفق المشرق ويطلوعه يدخل وقت الصبح وقد اختلف العلماء رضي الله عنهم فيما
قالت جماعة من المتقدمين انهما متساويان ويستخرجان بالخطاطيح (١٨) أي
ان الشفق يغيب بالخطاطيح الشمس تحت الافق يح (١٨) درجة والفجر يطلع اذا
كان بين الشمس وبين الافق يح (١٨) درجة أيضا وهذا القول ليس على ما ينبغي
لان القائل به قد قال بتساوي الحصتين والنظرية هذا لاننا نرى البياض يتأخر عن
الحرة في المغرب ويتقدم عليها في الطلوع بمقدار محسوس وقال بعض المتأخرين ان
الحرة تغرب والشمس منخطة على الافق يو (١٦) والفجر يطلع منخطة ك (٢٠)
وبين هذا القول والقول الاول فرق عظيم وهو ضعيف أيضا لقلة من قال به من
الرصاد وكان جمهور العلماء على ذلك وهو موجود في رسائلهم الى الآن قال الشيخ
جمال الدين المارديني وقد امتحنها بعض حذاق المتأخرين في سنين متوالية فوجد
الثمان عشرة وقت اسفار والعشرين وقت غلس قال والحق فيهما الزيادة والنقص
بحسب العوارض الحادثة مثل صفاء الجو وكدورته وقوة البخار وخفته وشدة الهواء
ورقته ووجود القمر وغيبوبته وضعف نظر الراصد وحدته والذي اعتمد عليه محققوا
هذا العلم من الرصاد وغيرهم ان الشمس اذا انحطت عن أفق المغرب يز (١٧) غرب
الشفق واذا صارت بينا وبين أفق المشرق يط (١٩) طلع الفجر وانتهى الليل وهذا
عليه عامة المؤقتين في هذا الزمان والنجر فخران صادق وكاذب فالكاذب يسبق
الصادق في الطلوع ويطلع مستطيلا فوق العصاة السوداء التي تكون في آخر الليل
وهذه العصاة قيل انها المحيط الاسود الذي يتبين من تحته المحيط الابيض وقيل ان
الكاذب يتقدم على الصادق بقدر درجة تقريبا عن عرض (ل) (٣٠) الى (م)
(٤٠) وليس بشئ واعلم ان الكلام الذي تقدم انما هو على الفجر الصادق فعلى هذا
يكون لكل صبح فجر وليس لكل فجر صبح»

لما كان رأى المتقدمين الذى سمعته الآن فى مسألة الشفق والفجر على غاية من الدقة والصحة لم نربدا من ادراجه بنصه مكتفين بنقل عبارتهم وبما قدمنا من التفصيلات فى هذا الصدد فى المادة (١٣٩) ونزيد على ذلك ان المتقدمين لم يتكلموا على وقت الامسالك وقد قلنا فيما تقدم ان وقت الامسالك هو الوقت الذى تكون فيه الشمس منقطة من جهة الشرق بقدر احدى وعشرين درجة وهو الرأى المعتبر اليوم والذى أراه ان ما تقدم من الايضاحات فى مسألة الفجر الكاذب والفجر الصادق هى فى غاية من الصحة اذ لا مريبة عندى فى ان الفجر الكاذب يكون غير محسوس فى البلاد التى عرضها يزيد على ٣٠° فى الاستانة العالية مثلا يتبدى الفجر مع طلوع الصبح الصادق وقوله « لكل صبح فجر وليس لكل فجر صبح » صحيح كما يشاهد ذلك فى البلاد القريبة من القطبين فان بعض تلك الجهات تغرب فيها الشمس تحت الافق بقدر سبع عشرة أو ثمان عشرة درجة ثم تباعد عنه فالفجر هنالك يزول اذن قبل طلوع الصبح

(فى كيفية استخراج أوقات الشفق والفجر والامسالك)

(١٨٢) ان وقت صلاة العشاء عند الامامين هو وقت ختام الشفق والفجر والامسالك وقت ختام الليل ولا يخفى ان وقت العشاء يدخل عقب انحطاط الشمس بعد الغروب بسبع عشرة درجة ويدخل الفجر عند انحطاطها من جهة الشرق بتسع عشرة درجة ويكون وقت الامسالك مع التمكين قبل الشروق باحدى وعشرين درجة ونصف درجة

فلاجل تعيين هذه الاوقات نفرض ان الشمس على المدار البيوى (ب) (شكل ٩٩) فاذا أريد معرفة وقت الامسالك يلاحظ ان القوس (ب د) للدائرة السمتية (ع ب د) أى دائرة الارتفاع المارة بسمت القدم (ع) والنقطة (ب) يساوى احدى وعشرين درجة ونصف درجة فتق علم ارتفاع الشمس يبحث عن فضل الدائر للقوس (ب ب) بواسطة القانون

$$\text{تجيب (فضل الدائر)} = \frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$$

المذكور فى مادة (١٧٨) وليكون تمام جيب (ب ب) يساوى جيب (ب م) يستعمل القانون

جيب (تمام فضل الدائر) = $\frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$

وليلاحظ اثنا استخراجنا الاصل المعدل في مادة (١٧٦) بواسطة المثلثات المشكلة في جهة سمت الرأس ووجدنا انه يلزم استعمال القانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع - بعد القطر اذا كان الميل والعرض متحدى الجهة والقانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع + بعد القطر اذا كان الميل والعرض مختلفي الجهة وحيث ان المطلوب الآن هو الاصل المعدل المستخرج من المثلثات المشكلة في جهة سمت القدم يلزم استعمال هذين القانونين بعكس القاعدة المذكورة أي اذا كان الميل والعرض متحدى الجهة يؤخذ القانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع + بعد القطر

واذا كانا مختلفي الجهة يؤخذ القانون

الاصل المعدل = جيب الارتفاع - بعد القطر

وعلى ذلك يلزم لاجل تعيين أوقات الشفق والفجر والامساك حساب الاصل المعدل بالطريقة المذكورة ثم الاصل المطلق بالكيفية المذكورة في مادة (١٧٤) ثم يقسم الاول على الثاني بقاعدة المادة (١٦٣) أعني بوضع الخيط على الستين ويعلم على الاصل المطلق ويدور الخيط حتى يقع المرى على الجيب المبسوط الخارج من الاصل المعدل فيقطع قوس الربع على العدد المستوي الدال على تمام فضل الدائر (ب م) ويطرح بعد ذلك من القوس (ب م) نصف فضله (ه م) فيبقى القوس (ب ه) فان دل على حصة الشفق يعلم وقت العشاء وان دل على حصة الفجر أو الامساك يطرح من مدة الليل (ل ه) فيعلم وقت الفجر ووقت الامساك

ويظهر جليا من الشكل انه اذا كان الميل والعرض متحدى الجهة يلزم طرح نصف الفضلة من تمام فضل الدائر واذا كانا مختلفي الجهة يلزم ضمهما اليه

(مثال لتعيين وقت الامساك)

عرض البلد = 11° شماليه

مارث الرومى $\times 29$

ميل الشمس = 8° شماليه

انحطاط الامساك = 30° و 21°

الاصل المعدل = جيب 30° و 21° + بعد القطر

جيب تمام فضل الدائر = $\frac{\text{الاصل المعدل}}{\text{الاصل المطلق}}$

حصة الامساك = تمام فضل الدائر - نصف الفضلة

وقت الامساك = مدة الليل - حصة الامساك

جيب 30° و 21° = $21,9$

بعد القطر (مادة ١٧٥) = $+0,0$

الاصل المعدل = $27,4$

الاصل المطلق (مادة ١٧٤) = $44,9$

تمام فضل الدائر = قوس $\frac{27,4}{44,9}$ = $37,30^{\circ}$

نصف الفضلة (مادة ١٧٧) = -7

حصة الامساك = $30,30^{\circ}$

قوس ليلة اليوم المقروض = $166,00$

$135,30$

4

وقت الامساك المطلوب = $9,02,00$

أى انه فى يوم تسعة وعشرين من مارث يكون وقت الامساك بعد الساعة التاسعة بدقيقتين

وفى هذه الايام تستخرج هذه الحصص بواسطة اللوغاريتمات من قانون نصف مجموع الاضلاع المذكور فى مادة (١٧٨)

(في استخراج سعة الشمس)

(١٨٣) « في معرفة سعة الشمس من الميل وتمام العرض — ضع على الستين وعلم بالمرى على جيب تمام العرض ثم حول الخيط حتى يقع المرى على جيب الميل فما قطع الخيط من أول القوس فهو المطلوب » وبوضع هذه القاعدة على صورة قانون يحدث

$$\text{جيب (السعة)} = \frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{جيب (تمام العرض)}}$$

ويمكن اجراء هذه القسمة بالقاعدة المذكورة في مادة (١٦٣)

أما تعريف السعة فهو قوس من الاقوس محصورة في الجهة الشرقية بين نقطة شروق نقطة الاعتدال ونقطة شروق الشمس وفي الجهة الغربية بين نقطة غروب نقطة الاعتدال ونقطة غروب الشمس وقد يسمى الاول سعة المشرق والثاني سعة المغرب

لفرض (ب م) (شكل ٩٨) نصف فصلة القوس (د ح) و (ح ب) ميل الشمس وزاوية (ح م ب) تمام عرض البلد فالقوس (ح م) يكون سعة الشمس وهي عبارة عن وتر المثلث الكروي القائم الزاوية (ح ب م) فيمكن استخراجها بواسطة هذا القانون

$$\text{جيب (الميل)} = \text{جيب (السعة)} \times \text{جيب (تمام العرض)}$$

أو

$$\text{جيب (السعة)} = \frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب تمام العرض}}$$

وهذه الطريقة كما تستعمل الآن كانت تستعمل على ما يقال في أيام العرب ومع ذلك فقد وجدنا في بعض الرسائل انهم كانوا يستعملون القانونين

$$\text{جيب (السعة)} = \text{تمام العرض} \times \text{جيب الغاية} - \text{جيب الغاية}$$

$$\text{جيب (السعة)} = \text{جيب الغاية} - \text{تمام العرض} \times \text{جيب الغاية}$$

فالاول للعالة التي تكون فيها الشمس في جهة العرض والثاني للعالة التي تكون فيها الشمس في الجهة المخالفة لجهة العرض

(مثال)

$$\text{تمام العرض} = ٤٩^{\circ}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٨^{\circ}$$

$$\text{جيب الميل} = ٨,٣$$

$$\text{جيب تمام العرض} = ٤٥,٣$$

$$\frac{٨,٣}{٤٥,٣} = ٠,١٨٣$$

$$١٠,٩٨ = ٠,١٨٣ \times ٦٠$$

$$\text{فسحة الشمس} = ١٠,٩٨$$

فإذا كانت الشمس في أحد البروج الشمالية تكون سمتها شمالية بالنسبة الى نقطة الاعتدال وتكون جنوبية اذا كانت الشمس في أحد البروج الجنوبية
(في استخراج ارتفاع الشمس الذي سمت صفر)

(١٨٤) « في معرفة الارتفاع الذي لامت له من العرض والميل - وهو لا يكون الا اذا كان الميل أقل من العرض وهو موافق له - ضع على الستيني وعلم على جيب العرض ثم حرك الخيط حتى يقع المرى على جيب الميل فما قطع الخيط من أول القوس فهو الارتفاع الذي لامت له »

فيوضع هذه القاعدة على هيئة قانون بفرض (ع) الارتفاع الذي لامت له يحدث

$$\frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب العرض}} = \text{جيب ع}$$

والارتفاع الذي لامت له هو ارتفاع الشمس وقت مرورها بدائرة السم (أى بسطح الدائرة العظمى) المارة بسمت الرأس العمودية على سطح نصف النهار وشرط وجوده أن يكون عرض البلد وميل الشمس متعدي الجهة والميل أقل من العرض فيقع حينئذ مرتين في اليوم مرة في جهة الشرق وأخرى في جهة الغرب

ليكن (هـ هـ) الاق (شكل ١٠٠) و (ن ن) محور العالم و (ح ح) خط الاستواء و (ل ل) أول دائرة مماسة و (ك ك) مدار الشمس في اليوم المقروض فوقها تكون عليه في نقطة (م) يكون سمتها صفرا و (م م) حينئذ الارتفاع الذي لامت له واذا رسمنا من نقطة (م) دائرة الميل يكون القوس (م ب) ميل الشمس والزاوية (م ب ب) عرض البلد ولنا في المثلث الكروي (م ب ب) القائم الزاوية

جيب الضلع = جيب الوتر \times جيب الزاوية المقابلة لذلك الضلع

أعني أن

$$\text{جيب م ب} = \text{جيب م ج} \times \text{جيب م ح}$$

أو

$$\text{جيب ع} = \frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{جيب (العرض)}}$$

فتمت علم الميل والعرض يمكن استخراج الارتفاع الذي لاسمت له (ع) من هذا القانون

$$\text{العرض} = ١٤^\circ \text{ شمالية} \quad (\text{مثال})$$

$$\text{الميل} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{جيب الميل} = ٨,٣$$

$$\text{جيب العرض} = ٢٩,٤$$

$$٠,٢١ = \frac{٨,٣}{٢٩,٤}$$

$$١٢,٦ = ٠,٢١ \times ٦٠$$

$$\text{ع} = ١٥^\circ \text{ » } ١٢^\circ$$

وهو المطلوب

وقد استعمل علماء العرب القوانين الآتية أيضا لأجل تعيين الارتفاع المذكور

$$\text{جيب ع} = \frac{\text{جيب الميل الأعظم}}{\text{جيب العرض}} \times \text{جيب طول الشمس}$$

$$\text{جيب ع} = ٦٠ - \frac{\text{جيب العرض} - \text{جيب الميل}}{\text{جيب العرض}}$$

$$\text{جيب ع} = \frac{\text{جيب تمام العرض}}{\text{جيب العرض}} \times \text{جيب السعة}$$

وبواسطة هذا القانون الأخير كان العرب يستخرجون السعة بعد معرفة الارتفاع الذي لاسمت له

ولا يخفى أنه في وقت حصول الارتفاع النى لاسمت له يكون ظل الشاقول على سطح الافق عبارة عن خط المشرق والمغرب أى عبارة عن الفصل المشترك بين أول دائرة سمتية وسطح الافق فإذا تعين الارتفاع المذكور وأخذ فضل دائره لمعرفة وقت وقوعه

ثم رسم ظل الشاقول في ذلك الوقت على سطح أفق فالتجاء هذا الخط يدل على جهتي الشرق والغرب ويرسم عمود عليه يعلم الشمال والجنوب فهذه الطريقة يمكن تعيين الجهات الأربع

(في تعيين سمت الارتفاع)

(١٨٥) « أولا في معرفة حصة السمات من ظل عرض البلد الستيني المنكوس —
ضع على الستيني وعلم على الظل ثم انقل على الارتفاع فجد المرى على المطاوب »
وبعارة جبرية

حصة السمات = مماس العرض \times جيب الارتفاع

« وثانيا في معرفة تعديل السمات من حصته وجيب سعة المشرق — اجع جيب السعة وحصة السمات ان كان الميل مخالفا وخذ الفضل ان كان موافقا فما كان فهو تعديل السمات وان لم يكن ميل فحصة السمات هي تعديله » يعنى أن
تعديل السمات = جيب السعة \div حصة السمات

فتؤخذ العلامة العليا ويطرح الاصغر من الاكبر ان كان الميل والعرض متحدى
الجهة والعلامة السفلى ان كانا مختلفيها
واذا كان ميل الشمس صفرا فبالضرورة يكون جيب السعة كذلك وحينئذ تكون
حصة السمات عبارة عن تعديله

« وثالثا في معرفة السمات من تعديل السمات وتمام الارتفاع — ضع على الستيني وعلم على جيب تمام الارتفاع ثم حرك الخط حتى يقع المرى على تعديل السمات فما
قطع من القوس فهو السمات » أعنى أن

$$\text{زاوية السمات} = \frac{\text{تعديل السمات}}{\text{جيب تمام الارتفاع}}$$

والمراد بسمات أى جرم سماوى الزاوية الحادثة بين السطح المسمى مبدا السموات
والسطح الرأسى أى الدائرة السميعة المارة بذلك الجرم ليكن مثلاً (ح ع) الافق
(شكل ١٠١) و (م) سمت الرأس و (م) مركز الكرة السملوية و (ش) موضع
الشمس على المدار اليومى (ع ك ع) و (و م و) مبدا السموات أعنى الدائرة
العظمى المارة بسمات الرأس وينقطعى الاعتدالين (و و) حينما تكونان على
سطح الافق فالحظ (و و) يكون هو الفصل المشترك بين الافق ومبدا السموات

المذكور أى خط المشرق والمغرب ويكون الفصل المشترك (ص ص) بين المدار
اليومى و سطح الافق موازيا لذلك الخط (ق ق)

فاذا تصورنا مرور سطح رأسى (م م ش هـ) بجعل الشمس (ش) وممت الرأس
(م) فسمت الشمس فى ذلك الوقت أى عند ما يكون ارتفاعها (ش م هـ) هو
الزاوية (هـ م ق) الحادثة بين السطح (هـ ش م م) والسطح (ق م م) وعلى هذا
إذا عرفت هذه الزاوية يعلم سمت الرأس بالنسبة الى الارتفاع (ش م هـ)

ومن الواضح اننا اذا فرضنا سطحا عموديا على الافق ومارا بموضع الشمس (ش) وموازيا
لسطح نصف النهار فانه يقطع المدار اليومى على خط (ش ل) والافق على خط
(ل ح) ودائرة الارتفاع (م م هـ) على خط (ش ح) العمودى على الافق
ويكون (ل ح) عموديا على الخطين المتوازيين (ق ق) و (ص ص) ففى
المثلث (م ش ح) لنا

$$\frac{\text{ش}}{\text{م}} = \text{جيب (ش م ح)} \text{ أعنى جيب الارتفاع}$$

وبفرض نصف قطر الكرة واحدا يحدث

$$\text{ش} = \text{جيب الارتفاع}$$

$$\text{و } \text{م} = \text{تمام جيب الارتفاع} = \text{جيب تمام الارتفاع}$$

وفى المثلث (ش ل ح) القائم الزاوية لنا

$$\frac{\text{ل}}{\text{ش}} = \text{تمام مماس ش ل} = \text{مماس ل ش}$$

فتكون (ش ل ح) هى الزاوية الحاصلة بين المدار والافق وحيث انها تساوى تمام

عرض البلد و (ل ش ح) تساوى العرض المذكور يحدث

$$\text{ل} = \text{ش} \times \text{مماس العرض}$$

ويتبدل ش بما يساويه يحدث

$$\text{ل} = \text{مماس العرض} \times \text{جيب الارتفاع}$$

أو

$$\text{ل} = \frac{\text{جيب العرض}}{\text{جيب تمام العرض}} \times \text{جيب الارتفاع}$$

وقد سمت العرب (ل ح) هذا بحصة السميت وحيث ان

$$\text{السعة} = \text{ص م}$$

$$\frac{\text{ص م}}{\text{ص م}} = \text{جيب السعة}$$

فإذا فرضنا نصف القطر واحدا يكون

$$\text{ص م} = \text{جيب السعة} = \text{ل م}$$

$$\text{ل م} - \text{ل م} = \text{ص م} = \text{ص م}$$

أو

$$\text{حصة السميت} - \text{جيب السعة} = \text{ص م}$$

وسمت العرب (ب ح) هذا بتعديل السميت

وفي المثلث (ب م ح) القائم الزاوية لنا

$$\frac{\text{ب م}}{\text{ب م}} = \text{جيب (ب م ح)} = \text{أعني جيب زاوية السميت}$$

ولكن

$$\text{ب م} = \text{تعديل السميت}$$

$$\text{ب م} = \text{جيب تمام الارتفاع}$$

فأذن

$$\frac{\text{تعديل السميت}}{\text{جيب تمام الارتفاع}} = \text{جيب زاوية السميت}$$

وهو المطلوب

ومما تقدم ينتج انه اذا علم ميل الشمس وأخذ ارتفاعها في محل معلوم العرض يمكن معرفة حصة السميت بجيب السعة فتعديل السميت فزاوية السميت وينبغي ان يفتبه الى انه لابد في استخراج تعديل السميت من أخذ الفرق بين جيب السعة وحصة السميت ان كان العرض وميل الشمس متففي الجهة كما ترى في الشكل وضم أحدهما الى الآخر اذا كانا مختلفين

(مثال)

$$\text{عرض البلد} = ٤١^\circ \text{ شمالية في } ٢٩ \text{ مارس}$$

$$\text{ميل الشمس} = ٨^\circ \text{ شمالية}$$

$$\text{الارتفاع} = ٢٨^\circ \text{ شرقية}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{مماس } ٤١^\circ \text{ (مادة ١٥٨) } = ١٠,٤ \text{ (القائمة المقروضة ١٢)} \\ ٥ \times \text{مماس } ٤١^\circ = ٥٢,٠ \text{ (القائمة المقروضة ٦٠)} \\ \text{جيب } ٣٨^\circ = ٣٧ \\ \frac{٣٧ \times ٥٢}{٦٠} \text{ أو مماس } ٤١^\circ \times \text{جيب } ٣٨^\circ = \text{حصة السمّ} = ٣٢ \text{ (مادة ١٦٢)} \end{array} \right\} \text{بقانون (١)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{حصة السمّ} = ٣٢ \\ \text{جيب السمّ} = \text{جيب } ٣٦^\circ, ١٠ \text{ (مادة ١٨٢) } = ١١ \\ \text{تعديل السمّ} = ٢١ \end{array} \right\} \text{بقانون (٢)}$$

$$\left. \begin{array}{l} \text{تعديل السمّ} = ٢١ \\ \text{جيب تمام الارتفاع} = \text{جيب } ٥٢^\circ = ٤٧,٣ \\ \frac{٢١}{٤٧,٣} = ٠,٤٤٤ \\ ٢٦,٦ = ٠,٤٤٤ \times ٦٠ \end{array} \right\} \text{بقانون (٣)}$$

$$\text{سمّ الارتفاع} = ٢٥^\circ, ٢٦ \text{ شرقية جنوبية}$$

وقد فرضنا في هذا المثال ان الارتفاع قبل الزوال شرقى فيعلم من ذلك بالضرورة ان السمّ شرقى أيضا ولعرفة هل هو شمالى أو جنوبى يلزم استخراج الارتفاع الذى لاسمّ له في اليوم المقروض ويقارن بالارتفاع المعلوم فان كان هذا أقل من ذلك كان السمّ شماليا وان كان أكبر منه كما في مثالنا كان جنوبيا والجارى استعماله في أيامنا هذه استخراج زاوية السمّ من قانون المثلثات المصكوبة المائلة الزاوية بطريقة سهلة لنفرض (شكل ١٠١) (ش) تمام العرض و (س) تمام الميل و (ط) تمام الارتفاع فلنا

$$\left. \begin{array}{l} \text{جيب (س - ط)} \\ \text{جيب (س - ش)} \end{array} \right\} = \text{جيب } \frac{1}{2} \text{ س}$$

$$\text{جيب ط - جيب ش}$$

فتى علت الزاوية (س) نطرح من التسعين والباقي هو المطلوب مثال مما تقدم

$$\left. \begin{array}{l} \text{عرض البلد} = ٤١^\circ \text{ شمالية} \\ \text{الميل} = ٨^\circ \\ \text{الارتفاع} = ٣٨^\circ \text{ شرقية} \end{array} \right\}$$

$$\text{م}^{\circ} = \text{تمام الميل} = ٨٢$$

$$\text{ش}^{\circ} = \text{تمام العرض} = ٤٩$$

$$\text{ط}^{\circ} = \text{تمام الارتفاع} = ٥٢$$

$$\frac{٥٢}{٨٢} = ٢$$

$$٩١,٣٠ = ٢$$

$$٣٩,٣٠ = \text{ط}^{\circ}$$

$$٤٢,٣٠ = \text{ش}^{\circ}$$

$$\text{جيب } ٢٩,٣٠ \times \text{جيب } ٤٢,٣٠ = \text{جيب } ٢٥,٣٠ \text{ مادة (١٥٩)}$$

$$\text{جيب } ٥٢ \times \text{جيب } ٤٩ = \text{جيب } ٣٦,٣٠ \text{ مادة (١٥٩)}$$

$$\text{مادة (١٦٣)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{جيب } ٢٥,٣٠ \\ \text{جيب } ٣٦,٣٠ \end{array} \right\} = \text{جيب } ٤٦,٣٠$$

$$\text{مادة (١٦٥)} \quad \left\{ \begin{array}{l} \text{جيب } ٤٦,٣٠ \\ \text{جيب } ٤٦,٣٠ \end{array} \right\} = \frac{١}{٢} \text{ س}$$

$$١١٦,٢٦ = \text{س}$$

$$\frac{٩٠}{٩٠} = \text{ربع الدائرة الشمالية}$$

$$\text{زاوية سمت} = ٢٦,٣٠ \text{ شرقيه جنوبيه}$$

وقد سمي علماء الافرنج هذه الزاوية (آزيموت) وهي تحريف لفظة (السموت) ويختلف مبدؤه عند الفلكيين والجغرافيين فاصطلح الاولون على انه القسم الجنوبي لخط الشمال والجنوب فيدار منه نحو الغرب والشمال والشرق حتى يلاقى الجسم المراد معرفة سمت واصطلح الآخرون انه القسم الشمالي للخط المذكور ويدر منه نحو الشرق والجنوب والغرب حتى يلاقى الجسم المقروض

(في تعيين سمت البلدان وبالحصوص سمت القبلة)

(١٨٦) يؤخذ من المادة السابقة ان زاوية سمت أي بلدهى الزاوية الحادثة بين خط المشرق أو المغرب (على حسب كون البلد على شرقى نصف النهار أو على غربيه) وبين الخط الشعاعى الواصل بين ذلك البلد ومحل معلوم

فعلى هذا لو كان سمت رأس البلد شياً محسوساً ظاهراً على الكرة السماوية لتمكن
بمناظرته تعيين زاوية سمت ولكن حيث ان سمت الرأس نقطة تخيلية فتعين الزاوية
المذكورة يكون بهذه الطريقة

يبحث عن طول البلد وعرضه من كتب الجغرافية أو من التقويمات الفلكية أو من
الخريطة الأرضية ويفرض محل آخر ويبحث عن طوله وعرضه أيضاً ثم يؤخذ الفاضل
بين الطولين ويحسب تماماً العرضين فيصدد مثلث كروى مائل الزاوية ضلعان من
أضلاعه يساويان تمامي العرضين والزاوية القطبية التي بينهما تعادل الفاضل بين
الطولين فيمكن حينئذ حل هذا المثلث واستخراج ضلعه الثالث المساوى البعد بين سمت
رأس هذين المحليين وهذا البعد هو عبارة عن تمام ارتفاع سمت رأس البلد على افق
المحل المفروض ومنه تعلم زاوية سمت المطلوبة ويمكن الاستئصال عليها أيضاً بالطريقة
المذكورة في مادة (٩٠)

واستعمل العرب لتعيين هذه الزاوية الطريقة الآتية

يفرض الفاضل بين الطولين فضل الدائر بالنسبة للمحل المفروض ويؤخذ عرض البلد
في مقام ميل الشمس ويبحث بالطريقة المذكورة في مادة (١٧٩) عن ارتفاع النقطة
المطلوب سمتها ويؤخذ تمامه فهو البعد بين سمت الرأسين (١)
ثم يبحث عن سمت هذا الارتفاع بالقاعدة المذكورة في مادة (١٨٥) فيحصل
المقصود

ولسمت ثمانية مواضع بالنسبة الى اتفاق واختلاف جهتي العرض والطول وقد بينا
ذلك بالتفصيل في بحثنا عن سمت القبلة في المادة (١٤٧) فليراجع

(مثال لتعيين سمت القبلة)

عرض مكة = ٣٠° ٢١' (يؤخذ كميل الشمس)

عرض الاسنانة = ٠٠° ٤١'

تمام عرض مكة = ٣٠° ٦٨' (يؤخذ كتمام ميل الشمس)

تمام عرض الاسنانة = ٠٠° ٤٩'

(١) اذا ضرب تمام الارتفاع ههنا ٥٦ و $\frac{٢}{٣}$ فحول مساهة البلد من درجات الى أميال وقد علمنا في مادة

(١٤٧) ان المسافة بين الاسنانة العالية ومكة المكرمة تساوي ١٢٢٧ ميل اي ٤٠٩ فرسخ اه

طول مكة = ٤٨, ٣٧ شرقية بالنسبة الى باريس

طول الاستانة = ٢٩, ٢٦ » » » »

فاصل الطولين = ١١, ٠٩ = فضل الدائر وهو شرقى بالنسبة الى الاستانة

نختص مادة (١٧٩) أن

المحفوظ الاول = $\frac{\text{بعد القطر}}{\text{جيب تمام عرض الاستانة}}$

جيب الترتيب = جيب تمام فضل الدائر \times جيب تمام عرض مكة

المحفوظ الثاني = جيب الترتيب \div المحفوظ الاول

جيب الارتفاع = المحفوظ الثاني \times جيب تمام عرض الاستانة

وبالتطبيق على ذلك يكون

بعد القطر = جيب ٤٩ \times جيب ٢٠, ٢١ = ١٤, ٤

المحفوظ الاول = $\frac{١٤, ٤}{\text{جيب ٤٩}}$ = ١٩, ٠

جيب الترتيب = جيب ٥١, ٧٨ \times جيب ٢٠, ٢٨ = ٥٤, ٨

المحفوظ الثاني = ١٩ + ٥٤, ٨ = ٧٣, ٨

٦٠ \times جيب الارتفاع = ٧٣, ٨ \times جيب ٤٩ = ٤٥, ٣ \times ٧٣, ٨ = ٣٣٤٣, ١٤

جيب الارتفاع = $\frac{٣٣٤٣, ١٤}{٦٠}$ = ٥٥, ٧٢

فالارتفاع = ٢٠, ٢٨ = وتعلمه ٤٠, ٢١

مادة (١٨٥) حصة السم = $\frac{\text{جيب ٤١}}{\text{جيب ٤٩}} \times \text{جيب ٢٠, ٢٨} = ٤٨, ٥$

جيب السعة = $\frac{\text{جيب الميل}}{\text{جيب تمام العرض}} = \frac{\text{جيب عرض مكة}}{\text{جيب تمام عرض الاستانة}} = \frac{\text{جيب ٢١, ٣٠}}{\text{جيب ٤٩}} = ٢٩, ١$ » (١٨٣)

» (١٨٥) تعديل السم = حصة السم - جيب السعة = ١٩, ٤

جيب زاوية السم = $\frac{\text{تعديل السم}}{\text{جيب تمام الارتفاع}} = \frac{١٩, ٤}{\text{جيب ٢١, ٤٠}} = \frac{١٩, ٤}{٢٢, ١٥} = ٨٧, ٠$ » (١٨٥)

فزاوية سم القبلة = قوس ٨٧, ٠ \times ٦٠ من الجيب = ٥٠, ٢٠

وهو المطلوب

أى ان سمت القبلة في الاستالة العلية يعادل ستين درجة ونخسين دقيقة محسوبة من المشرق الى الجنوب وانحرافها من الجنوب الى المشرق يعادل $90^\circ - 50^\circ$ و $60^\circ = 10^\circ$ أعنى تسعا وعشرين درجة وعشر دقائق

(في تعيين الجهات ونصب القبلة)

(١٨٧) اذا أريد رسم جهة القبلة في أى محل كان يتبدأ بتعيين سمتها بالطريقة المتقدم ذكرها ثم يجرى العمل بأحدى الطرق الثلاث الآتية (الاولى) - يرسم خط نصف النهار كما ذكر في مادة (١٤) ثم يرسم عليه زاوية مساوية لانحراف القبلة (الثانية) - اذا كنت في أحد القصور التى يكون فيها عرض البلد وميل الشمس متحدى الجهة كأن يكون العرض شماليا والشمس في أحد البروج الشمالية فابحث عن الارتفاع الذى لاسمت له بالطريقة المذكورة في مادة (١٨٤) وانتظر بالساعة وقت وصول الشمس اليه ففي هذا الوقت علم على ظل شاخص عمودى على الافق تجد خط المشرق والمغرب وارسم عليه خطا عموديا تجد خط الشمال والجنوب وارسم بعد ذلك سمت القبلة (الثالثة) - اذا كان العرض والميل مختلفى الجهة ولم يوجد ارتفاع ليس له سمت نخذ ارتفاع الشمس في أى وقت كان وعلم على الارض الظل الحادث لشاخص رأسى ثم ابحث بالطريقة المذكورة في مادة (١٨٥) عن سمت هذا الارتفاع وارسم على الارض خطا يصنع مع الظل زاوية مساوية لهذا السمت فان خط المذكور يكون خط المشرق والمغرب ومنه تتعين الجهات الأربع وسمت القبلة

(في استخراج المطالع الفلكية للشمس)

(١٨٨) مطالع الشمس الفلكية هي المدة التى بين مرور الانقلاب الشتوى من سطح نصف النهار و مرور الشمس منه

وبعبارة أخرى هي قوس من معادل النهار محصور بين دائرة الميل المارة بالانقلاب الشتوى ودائرة الميل المارة بالشمس فالיום الذى تكون الشمس فيه على نقطة الانقلاب الشتوى تكون مطالعها صفرا وفي اليوم التالى تزيد قليلا من جهة ترتيب البروج وهكذا كل يوم حتى تعود بعد سنة واحدة الى الانقلاب المذكور فتكون مطالعها مساوية لثلثمائة وستين درجة

واعلم ان المحلات التى يمر أفقها بالقطبين بان يكون سمت رأسها على دائرة المعادل

فوق خط الاستواء تسمى بالفلك المستقيم ولهذا اصطلح علماء العرب على تسمية
التصولات اليومية المذكورة بالمطالع الفلكية المستقيمة والافرنج يسهونها على هذا
العهد بالمطلع المستقيم غير أن مبدأها عند العرب كان أول برج الجدى وعند الافرنج
أول برج الحمل أى نقطة الاعتدال الربيعي فإذا حسبت مطالع الشمس المستقيمة
بالنسبة الى كل من هذين المبدأين يكون الفرق بين النتيجةين تسعين درجة

ليكن (ق) (شكل ١٠٢) موضع القطبين و (ب ل ح) معتدل النهار و (م ل ح)
دائرة البروج و (م) أول الجدى أعني نقطة الانقلاب الشتوي و (د) موضع الشمس
فيكون مطالعها المستقيمة القوس (ب هـ) المحصور بين دائرتي الميل (ق ب) و (ق هـ)
وكانت العرب تستعمل لاستخراجها هذا القانون

$$\text{تمام جيب المطالع الفلكية} = \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم} \times \text{جيب بعد الشمس الى اقرب الاعتدالين}}{\text{جيب تمام الميل}}$$

وأما طريق وضع هذا القانون فهو ان يقال لنا في المثلث الكروي (د ل هـ) القائم
الزاوية

$$\text{د هـ} = \text{ميل الشمس}$$

$$\text{د ل} = \text{بعد الشمس الى اقرب الاعتدالين يعنى الطول}$$

$$\text{د ل هـ} = \text{الميل الاعظم للشمس}$$

فيكون

$$\text{مماس (الميل)} = \frac{\text{جيب (هـ ل)}}{\text{مماس (الميل الاعظم)}}$$

أو

$$\frac{\text{جيب (الميل)}}{\text{تجيب (الميل)}} = \frac{\text{جيب (الميل الاعظم)}}{\text{تجيب (الميل الاعظم)}} \times \text{جيب (هـ ل)}$$

أو

$$\text{جيب (الميل)} \times \text{تجيب (الميل الاعظم)} = \text{جيب (هـ ل)} \times \text{تجيب (الميل)}$$

ولكون

$$\text{جيب (الميل)} = \frac{\text{جيب (هـ ل)}}{\text{تجيب (الميل الاعظم)}}$$

يؤول القانون الأخير الى

$$\text{نجيب (الميل الاعظم)} \times \text{جيب (د ل)} = \text{جيب (ه ل)}$$

أو

$$\text{جيب (تمام الميل الاعظم)} \times \text{جيب (د ل)} = \text{جيب (ه ل)}$$

ولاستعماله يلاحظ انه اذا كانت نقطة (م) مبدأ طول الشمس يكون

$$د ل = ٩٠^\circ - \text{الطول}$$

وتكون المطالع المطلوبة

$$ب ه = ٩٠^\circ - ه ل$$

فعلى حسب كون طول الشمس أقل من ٩٠° أو من ١٨٠° أو ٢٧٠° أو ٣٦٠° يأخذ هذا

القانون أربع صور مختلفة فان كان الطول $> ٩٠^\circ$ يحدث

$$٩٠ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (٩٠ - طول الشمس)} = \text{المطالع الفلكية}$$

وان كان $< ٩٠^\circ$ و $> ١٨٠^\circ$ يحدث

$$٩٠ + \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (الطول - ٩٠)} = \text{المطالع}$$

وان كان $< ١٨٠^\circ$ و $> ٢٧٠^\circ$ يحدث

$$٢٧٠ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (٢٧٠ - الطول)} = \text{المطالع}$$

وان كان $< ٢٧٠^\circ$ يحدث

$$٢٧٠ + \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب (الطول - ٢٧٠)} = \text{المطالع}$$

وان كان الطول $= ٩٠^\circ$ تكون المطالع ٩٠° أيضا

» ١٨٠ » ١٨٠ » »

» ٢٧٠ » ٢٧٠ » »

» صفرا » صفرا » »

(مثال ليوم ٢٠ اغسطس)

لتفرض أن

ميل الشمس = ٨°

وتعام الميل = ٨٢°

والميل الاعظم = ٢٨° ٢٣'

وتعام الميل الاعظم = ٢٢° ٦٦'

وطول الشمس = ١٠° ٢٤٩' لمبدأ انقلاب الشتاء

فباستعمال القانون

$$٢٧٠ - \text{قوس} \frac{\text{جيب تمام الميل الاعظم}}{\text{جيب تمام الميل}} \times \text{جيب} (٢٧٠ - \text{الطول}) = \text{المطالع الفلكية}$$

نجد

$$\frac{٢٧٠ \cdot ٠٠}{٢٤٩ \cdot ١٠}$$

$$\frac{٢٤٩ \cdot ١٠}{٢٠٠٠٥٤} = (٢٧٠ - \text{الطول})$$

$$\text{قوس} \frac{\text{جيب} ٢٢^\circ ٦٦'}{\text{جيب} ٨٢^\circ} \times \text{جيب} ٢٠٥٠' = ١٩٦٥' \text{ وبمقتضى ما تقدم في مادة (١٦٣)}$$

$$٢٧٠ - ١٩٦٥ = ٢٥٠' ٤٥''$$

ويؤخذ من هذا المثال ان المطالع المستقيمة الفلكية لليوم المفروض بالنسبة لمبدأ الانقلاب الشتوي هي مائتان وخمسون درجة وخمس وأربعون دقيقة فإذا طرحنا منها تسعين وحولناها الى كية زمانية نجد المطالع المستقيمة بالنسبة للاعتدال الربيعي فهي اذن ٤٣ دقيقة و ١٠ ساعات ويعلم من التقويم الاقربى لسنة ١٨٨٥ ان اليوم المفروض يقابله أول ايلول اذ مطلع الشمس المستقيم فيه يعادل عشر ساعات واثنين وأربعين دقيقة وتسعا وخمسين ثانية

(في استخراج المطالع البلدية)

(١٨٩) المطالع البلدية وتسمى أيضا بمطالع الآفاق المائلة هي المدة التي بين طلوع نقطة

الاعتدال الربيعي من جهة الشرق وطلوع الشمس وبعبارة أخرى هي قوس من معدل النهار محصورين نقطة الاعتدال الربيعي ونقطة معدل النهار المذكور التي توجد على الافق الشرقي وقها تصل اليه نقطة معلومة من دائرة البروج كالشمس مثلاً وهي كمية متغيرة بالنسبة لكل أفق ومبدؤها نقطة الاعتدال الربيعي المذكور ولاستخراجها يلاحظ ان الافق يمر بمركز العالم ويقسم كل دائرة عظمى الى قسمين متساويين فاذا طرح نصف قوس نهار أى يوم من مطالعه الفلكية المستقيمة يكون الباقي عبارة عن المطالع البلدية المطالوبة وتسمى حينئذ بمطالع الشروق البلدية واذا كان نصف قوس النهار المذكور أعظم من المطالع الفلكية المستقيمة يضاف الى هذه ثلثمائة وستون درجة وي طرح من الحاصل نصف قوس النهار

(مثال ليوم ٢٠ اغسطس لعرض ٤١°)

$$\begin{array}{rcl} \text{المطالع الفلكية المستقيمة} & = & ٢٥٠,٧٧٤٥ \\ \text{نصف قوس النهار} & = & ٩٧,٧٠٠ \\ \hline \text{المطالع البلدية} & = & ١٥٣,٧٧٤٥ \end{array}$$

مادة (١٨٨)

ويرى من ذلك ان المطالع المذكورة هي مطالع شروق فاذا طرح منها نصف قوس الليل لليوم المقروض أو أضيف للمطالع الفلكية المستقيمة الى نصف قوس النهار يعلم ما يسمى مطالع الظير أو مطالع الغروب وهي عبارة عن قوس معدل النهار المحصورين نقطته الغاربة وقت شروق الشمس ونقطة الاعتدال الربيعي بحساب هذا القوس على اتجاه ترتيب البروج

(مثال لليوم والعرض المذكورين آنفاً)

$$\begin{array}{rcl} \text{المطالع البلدية} & = & ١٥٣,٧٧٤٥ + ٣٦٠ \\ \text{قوس الليل} & = & ١٦٦ \\ \hline \text{مطالع الظير} & = & ٣٤٧,٧٧٤٥ \\ \text{المطالع البلدية} & = & ٢٥٣,٧٧٤٥ \\ \text{نصف قوس النهار} & = & ٩٧,٧٠٠ \\ \hline \text{مطالع الظير} & = & ٣٤٧,٧٧٤٥ \end{array}$$

واذا أضيف ما مضى من طلوع النهار الى مطالع الشروق يحصل مطالع الوقت أى اذا أخذ ارتفاع الشمس في وقت من أوقات النهار وحسب دائرة الارتفاع ثم أضيف الى

(١) اذا كان المطروح منه أصغر من المطروح يضاف الى الاقل مقدار الدورة الواحدة أى ٣٦٠°

مطالع الشروق والغروب تعلم أية نقطة من معذل النهار وجدت على الافق الشرقى
وأية نقطة وجدت على الافق الغربى وقت الارتفاع المذكور وهاتان النقطتان
تسميان بطالع وقت الارتفاع وغارب وقت الارتفاع وبالبحت عن متوسطيهما وتطيريهما
تعلم أوتاد الوقت الأربعة

(فى استخراج مطالع الكواكب)

(١٩٠) اذا كان عرض الكوكب المطلوب تعيين مطالعه صفرا يكون الكوكب
المذكور على دائرة البروج ويمكن حينئذ إيجاد مطالع طوله بالطريقة التى تقدمت
فما يختص بالشمس واذا كان له طول وعرض وكان الطول مساويا لطول أحد
الانقلابين أو أقل أو أعظم منه نستخرج مطالعه من هذين القانونين

جيب تعديل مطالع الكوكب = $\frac{\text{جيب تمام عرضه}}{\text{جيب تمام طوله}} \times \text{جيب الفاضل بين طوله}$
وطول الاقرب من الانقلابين

مطالع الكوكب = مطالع أقرب الانقلابين \mp تعديل مطالع الكوكب
فاذا كان طول الانقلاب أعظم من طول الكوكب تؤخذ العلامة - واذا كان أكبر
منه تؤخذ العلامة +

وطريق إيجاد هذين القانونين أن يقال ليكن (د ب) محور العالم (شكل ١٠٣)
و (ك ك) محور دائرة البروج و (ع ع) معذل النهار و (ع ع) دائرة
البروج و (ب) الكوكب المفروض و (د ب) دائرة ميله و (ك ب م) دائرة
الطول فيكون القوس (د ع) المطالع المطلوبة فاذا استخراجنا القوس (ه د) أو
تمامه (ح ع) وأضفناه الى مطالع الانقلاب (ع) وهى (د ع) يحصل المطلوب
لتكن (ب ه) قوسا من الدائرة العظمى المارة بنقطة الاعتدال (ه) والكوكب
(ب) فلنا فى المثلثين القائمى الزاوية (ب ح ه) و (ب م ه)

$$\text{نجيب ب ه} = \text{نجيب ب ه} \times \text{نجيب ب م}$$

$$\text{نجيب ب م} = \text{نجيب ب ه} \times \text{نجيب ب م}$$

$$\text{نجيب ه د} \times \text{نجيب ب م} = \text{نجيب ب ه} \times \text{نجيب ب م}$$

$$\text{نجيب ه د} = \frac{\text{نجيب ب م} \times \text{نجيب ب ه}}{\text{نجيب ب م}}$$

$$\text{جيب } \delta = \frac{\text{جيب } \mu}{\text{جيب } \nu} = \text{جيب } \epsilon$$

بفرض (μ) تمام عرض الكوكب و (ν) تمام ميله و (ϵ) أو ($\delta - \epsilon$) الفاصل بين طول الكوكب وطول الانقلاب فبعد استخراج تعديل المطالع (δ) يضم الى مطالع الانقلاب (ϵ) فتعلم مطالع الكوكب ($\delta \epsilon$)

وإذا كان طول الانقلاب أعظم من طول الكوكب يلزم طرح تعديل المطالع من مطالع الانقلاب والمستعمل في أيامنا هذه استخراج المطالع بواسطة القانون الذى ذكرناه في مادة (١٧٢)

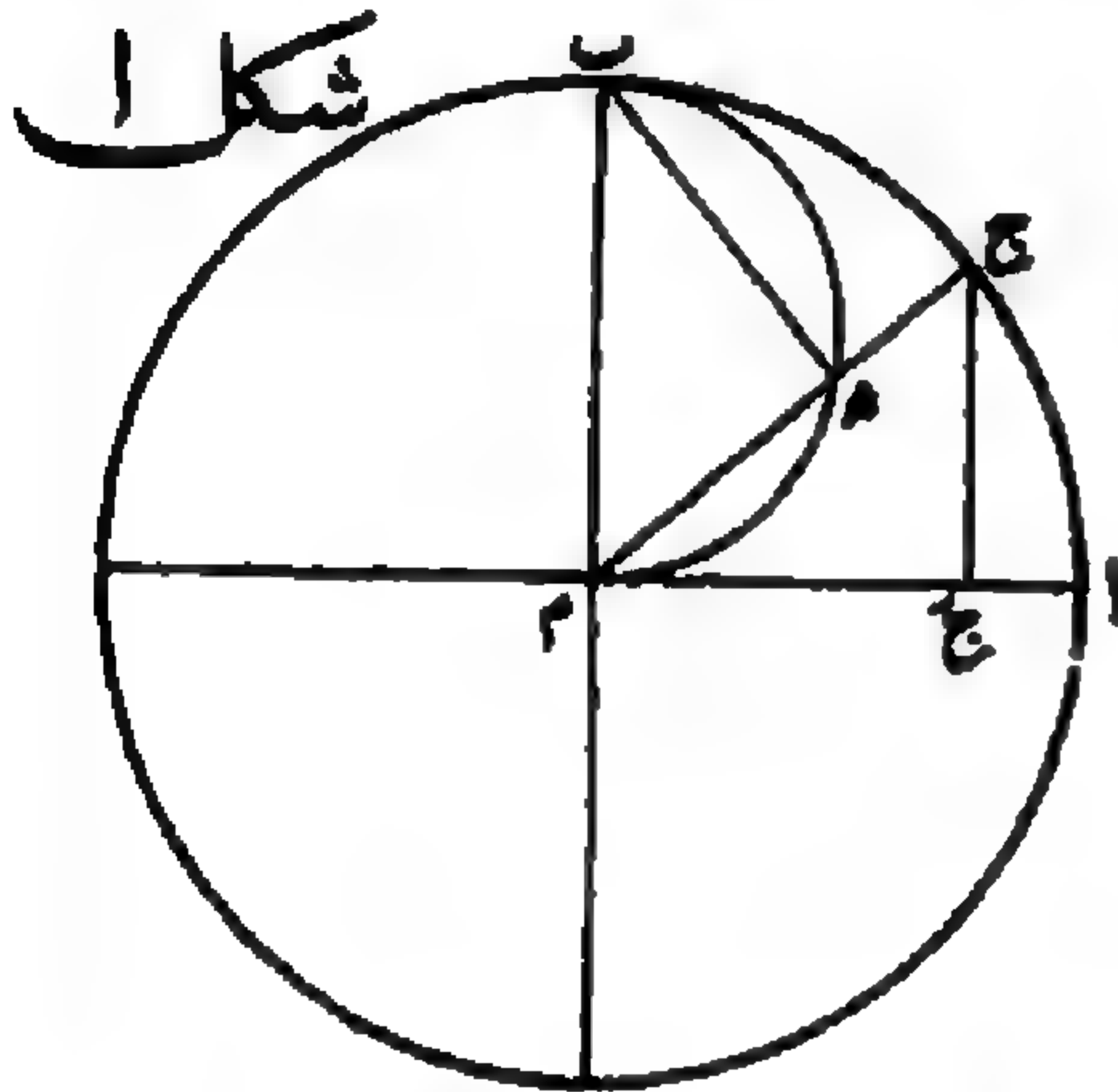
(في العمليات على الكواكب)

(١٩١) إذا اعتبر ميل الكوكب في مقام ميل الشمس يمكن تطبيق جميع ما تقدم فيما يتعلق بالشمس على الكواكب فيمكن إيجاد نصف التعديل ونصف القوس ووقت وصول الكوكب الى نصف النهار ووقت شروقه ودائره وفضل دائره وسمته وبطرح نصف القوس من مطالعه نجد مطالع شروقه البلدية وبضهها الى نصف القوس يحدث طالعه وغاربه وهلم جرا

بقول المترجم

من فطر فيما كتبه دولة المؤلف : لنا على الربع المحب يقف على كنز عظيم من الكنوز التي أودعها في هذا الكتاب الجليل ويحتل كثيرا من العائس التي أسكنها في عباراته فالطالع فيه يجد أبيات الفوائد الرياضية مدله وهداياه سهلة ولاتقف فوائد القواعد المذكورة فيه على الأعمال المطلوبة من الربع بل يمكن الانتفاع بها في مطالب أخرى مهمة ويستخرج منها شايخ مفيدة في حساب المثلثات يمكن ادخالها في كتبه التراسية لسهولة تعلمها مع سمو متركها فارجع البصر مثلا لما ذكر في قائمة المادة ١٥٥ صفحة ٢٤٧ تجد ما هذا منه :

« اذا رسمنا على السنيق نصف دائرة (د ه ل) (شكل ٨٢ و ٨٣) فالبعد (ب ح) النسيبين المركز (ب) ونقطة تقاطع المحيط بنصف الدائرة المذكورة يكون مساويا للخط (ب م) الذي هو جيب القوس المنتهى في (م) »



وحارة أخرى لتكن دائرة (م) (شكل ٨١) ولنعرض نصف قطرها مساويا للواحد من المعلوم ان جيب القوس ا ج هو ج ج ج ونعام جيبه م ج ج اذا رسمنا نصف الدائرة ب ه م على نصف القطر م يكون البعد م ه مساويا لجيب ج ج ج ولصل ب ه فيحدث مثلث ب ه م = مثلث م ج ج ويكون ه ب مساويا لتمام الجيب م ج ج

فهذه القاعدة على وحارة مبارتها وسهولة تصورهما يمكن استعمالها في اثبات جملة قوانين مساحية بطريق الهندسة فليبحث مثلا من اثبات هذه القوانين لشهرتها :

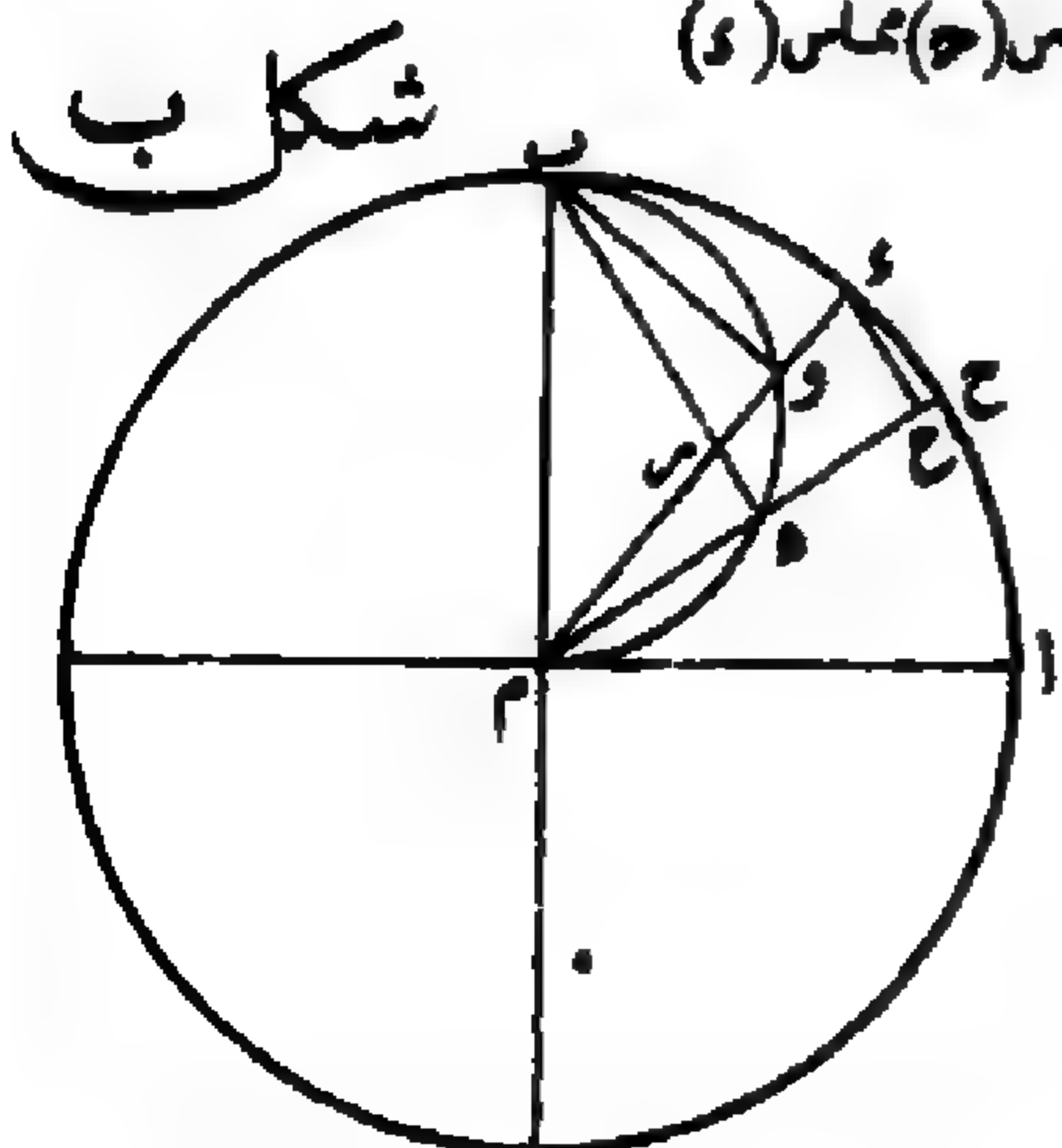
$$(١) \text{ جيب } (د + ح) = \text{ جيب } د + \text{ جيب } ح$$

$$(٢) \text{ نجيب } (د + ح) = \text{ نجيب } د - \text{ نجيب } ح$$

$$(٣) \text{ جيب } (د - ح) = \text{ جيب } د - \text{ جيب } ح$$

$$(٤) \text{ نجيب } (د - ح) = \text{ نجيب } د + \text{ نجيب } ح$$

$$(٥) \text{ مماس } (د + ح) = \frac{\text{مماس } د + \text{مماس } ح}{١ - \text{مماس } د \text{ مماس } ح}$$



فتقول :

$$(١) \text{ لنفرض قوس } (ا ج) = د \text{ (شكل ب)}$$

$$\text{وقوس } (ج د) = ح$$

فلما حسب قاعدة الكتاب

$$م د = \text{ جيب } (د + ح) = م د + م ح$$

$$\text{وفي المثلثين المتشابهين } (م م ه) \text{ و } (م د ح)$$

تجد

$$\frac{م ه}{م د} = \frac{م ح}{م د} \text{ ومنها } م ه = \frac{م ح}{م د} \times م د$$

ثم في المثلث (ب و م) و (م د ح) لنا

$$\frac{ب}{د} = \frac{د}{م} \text{ وسه } ب = د \times م$$

ولكن $ب = د = ب - ه$ وفي المثلثين $(م، ه)$ و $(م، د)$ نجد

$$\frac{ه}{د} = \frac{م}{ه} \text{ ومنها } ه = د \times \frac{م}{ه}$$

فيكون

$$ب = د = ه - د \times \frac{م}{ه}$$

وإذن

$$ب = د = د \times (ه - \frac{م}{ه} \times د)$$

$$= د \times ه - د \times \frac{م}{ه} \times د$$

وبناء على ذلك

$$م + م = د \times ه - د \times \frac{م}{ه} \times د + \frac{م}{ه} \times د$$

$$= د \times ه + \frac{م}{ه} \times د (1 - د)$$

ولكون $1 - د = م = م \times ه$ يختص شكل العروس بنوع ان

$$م = د \times ه + م \times ه \times م$$

ولكن حسب قاعدة الكتاب

$$د = ه \times جيب د = ه \times نجيب د$$

$$م = ه \times جيب م = م \times نجيب م$$

فلما اذن

$$\text{جيب } (د + م) = ه \times جيب د + م \times نجيب د$$

وهو المطلوب

(٢) لما في المثلثين المتشابهين $(ب، و)$ و $(م، د)$ (شكل ب)

$$\frac{و}{ب} = \frac{د}{م} \text{ ومنها } ب = و \times \frac{م}{د}$$

ولكن قد وجدنا ان

$$ب = و - ه = و - د \times \frac{م}{ه}$$

فإذن يكون

$$ب = و = و - ه = و - د \times \frac{م}{ه}$$

ومنها

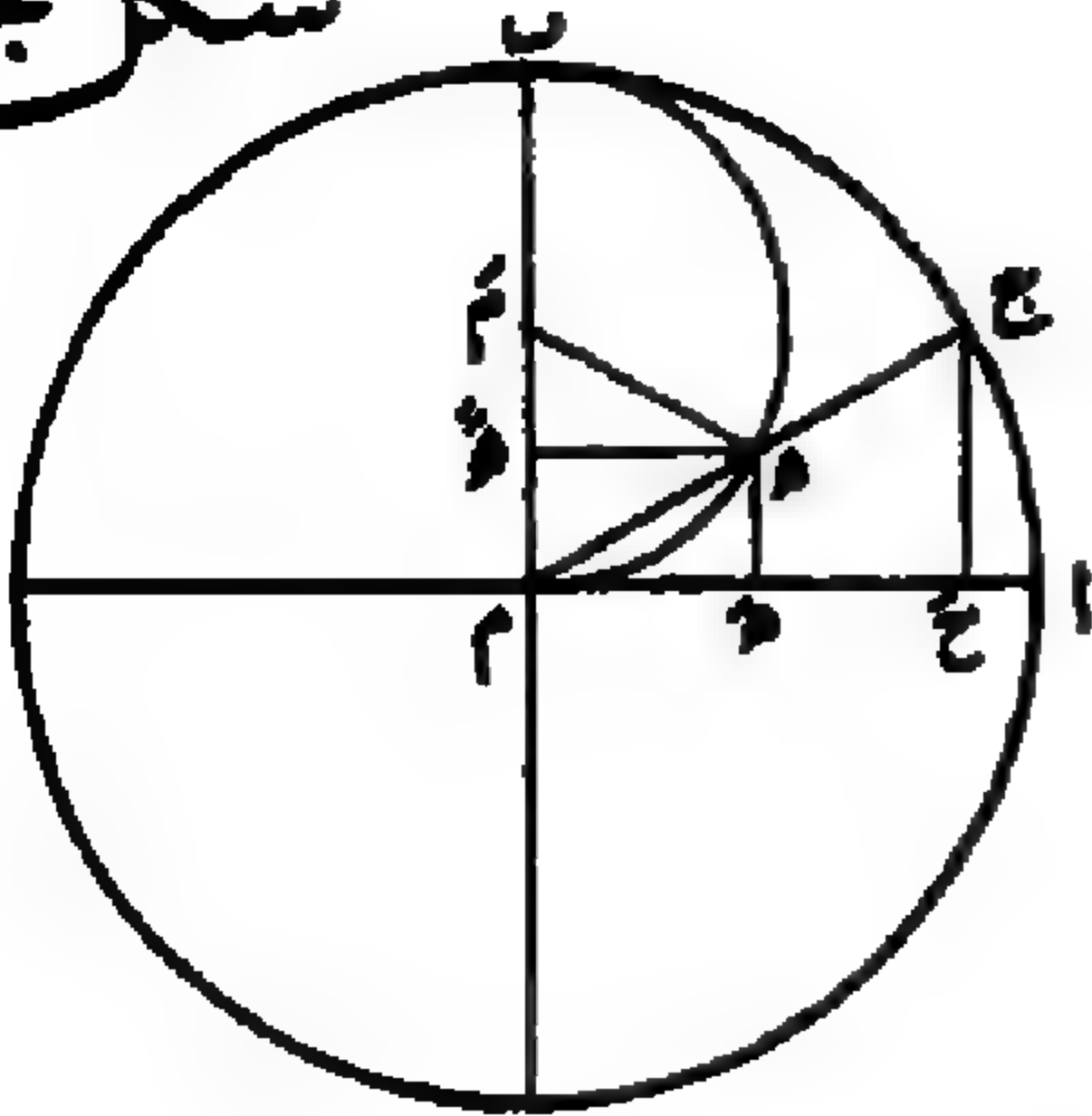
$$ب = و = و - ه = و - د \times \frac{م}{ه}$$

وباختصاص قاعدة الكتاب

$$\text{نجيب } (د + م) = ه \times نجيب د - ه \times جيب د$$

وهو المطلوب

شكل ج



(٣) لنفرض زاوية ا م ج = ح (شكل ح)

ولنصل نقطة هـ الى مركز الدائرة الصغرى م

فتحدث زاوية هـ م م مساوية لضعف الزاوية

المعروضة لان الاولى يقسها قوس م هـ والثانية

يقسها نصف هذا القوس فلما اذن

جيب (ح م) = جيب (م م هـ)

ولرسم الاعداد ج ح و هـ هـ و هـ هـ

فيكون

$$\text{جيب (م م هـ)} = \frac{\text{هـ هـ}}{\text{م هـ}}$$

$$\text{هـ هـ} = \text{م هـ}$$

ولناى المثلثين (م هـ هـ) و (م ج ح)

$$\frac{\text{م هـ}}{\text{م ج}} = \frac{\text{م هـ}}{\text{م هـ}} \text{ ومنها } \text{م هـ} = \text{م ج} \times \text{ح م}$$

$$\text{م هـ} = \text{جيب ح} \times \text{نحيب ح}$$

ولكون هـ م = م ب يعنى $\frac{1}{\text{م}} = \text{ب م}$ لان م ب = ١ فالعرض يقع أن

$$\text{جيب م م هـ} = \frac{\text{جيب ح} \times \text{نحيب ح}}{\frac{1}{\text{م}}}$$

وبناء عليه

$$\text{جيب ح} = \frac{\text{جيب م م هـ}}{\text{نحيب ح}}$$

وهو المطلوب

(٤) لناى الشكل الاخير

$$\text{نحيب ح} = \frac{\text{جيب م م هـ}}{\text{نحيب ح}} = \frac{\text{م هـ}}{\text{م هـ}}$$

ولكن م هـ = م - م هـ ومن المعلوم ان

$$\text{م هـ} = \text{م هـ} \times \text{م ب} \text{ ومنها } \text{م هـ} = \text{م هـ} = \text{جيب ح}$$

فيكون

$$\text{م هـ} = \frac{1}{\text{م}} - \text{جيب ح}$$

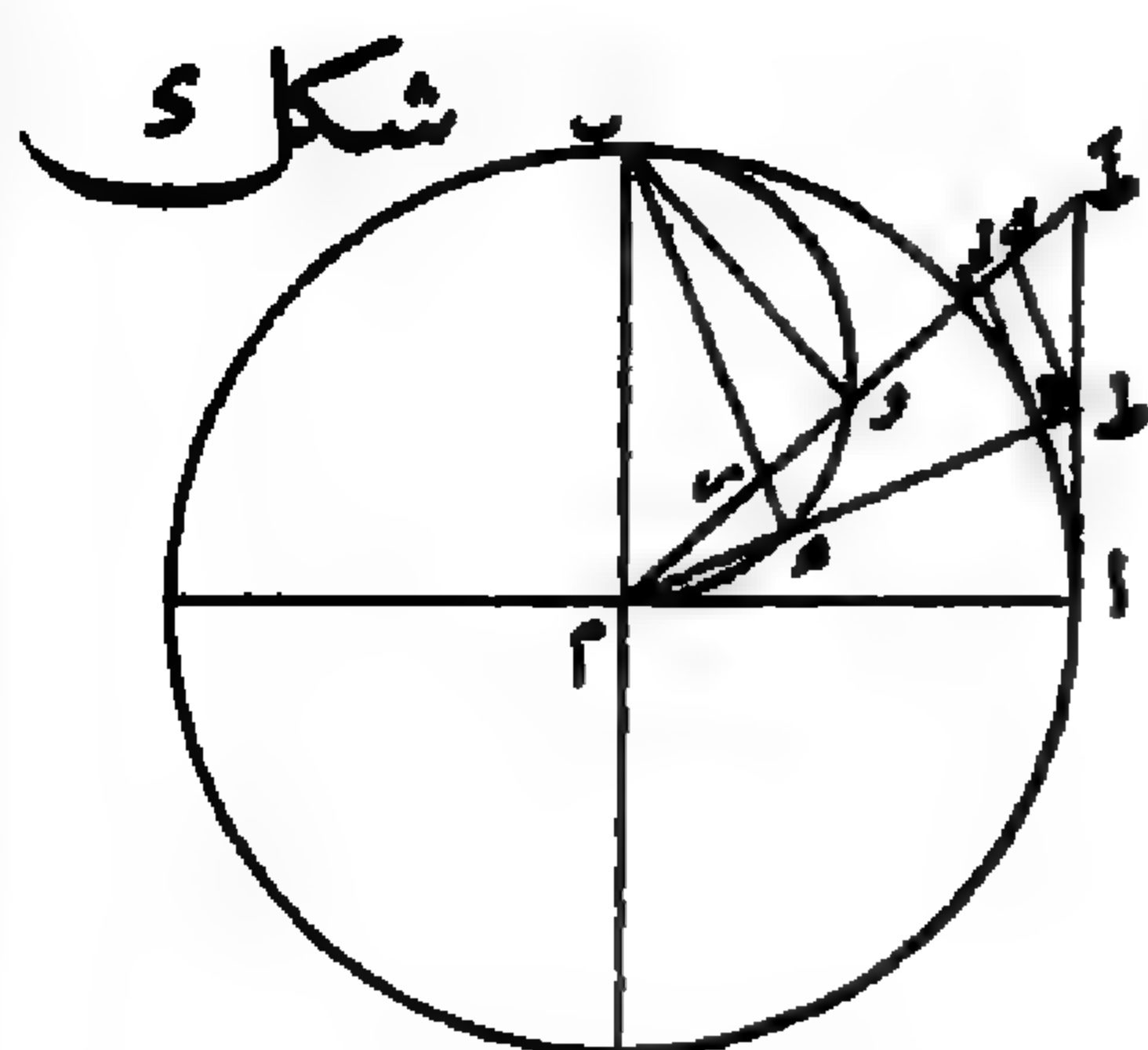
وبناء عليه

$$\text{نحيب م م هـ} = \frac{\frac{1}{\text{م}} - \text{جيب ح}}{\frac{1}{\text{م}}}$$

ومنه

$$\text{نحيب ح} = ١ - \text{جيب ح}$$

وهو المطلوب



(٥) لرسم المماس ا ط ط شكل ٥ ثم خطى

طاك طال موازين للمود ب هه فيكون

بمعنى $(s + r) = 1 + 1 = 2$

ولنا في المثلين طاعة ومكر

$$\frac{\frac{\text{ط}}{\text{ط}}}{\frac{\text{ط}}{\text{ط}}} = \frac{\text{ط}}{\text{ط}} \text{ ومنها } \frac{\frac{\text{ط}}{\text{ط}}}{\frac{\text{ط}}{\text{ط}}} = \frac{\text{ط}}{\text{ط}}$$

ثم في الثلاثين م ط ك و م ج ل

$$\frac{\text{ط ك}}{\text{ح ل}} = \frac{\text{ط ح}}{\text{م ح}} \text{ ومنها } \text{ط ك} = \text{م ط} \times \text{ح ل}$$

ولكن $b = b - h =$ ولنا في التثنية $m = h$ و $m = j$

$$\frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{d^2x}{dt^2} \text{ and } \frac{d^2x}{dt^2} = -\frac{d^2x}{dt^2}$$

وجبت ان (ا ط) = مماس (ح) و (م ط) = قاطع (ح) و (ج ل) = مماس (ك) و (ب هـ)

= نجیب (ج) و (م ه) = جب (ج) بکوں

$$\text{مماس} (s + \theta) = \text{مماس} (\theta) + s$$

$$ط = \frac{\text{قاطع (ح)}}{ب} \times \text{مماس (س)}$$

ب. ب. = نجیب (ج) - ۵۷

هـ = جیب (ج) \times مماس (س)

فيما التعمو بعض محادث

$$\frac{\text{قاطع (ج) مماس (د)}}{\text{نقیب (ج) - سنجیب (ج) مماس (د)}} + \text{مماس (ج)} = (د + ج)$$

واقعة لدى الكبر الاحمر على نجيب (7) محمد

$$\frac{\frac{\text{مماس (س)}}{\text{نقیبہ (ج)}}}{\frac{\text{مماس (س+ج)} = \text{مماس ج} + 1}{\text{مماس (س)ماس (ج)}}}$$

$$\frac{\text{مماس (د)}}{\text{تقيب (د)}} = \frac{\text{مماس (د)} - \text{مماس (ج)} + \text{مماس (د)}}{1 - \text{مماس (ج)} \text{ مماس (د)}}$$

$$\frac{\text{مماس (د)} \times \text{مماس (د)} + \text{مماس (د)} \times \text{مماس (د)}}{\text{مماس (د)} \times \text{مماس (د)}} = 1$$

ولكون ۱ - جيباً و ۲ - نجيباً و يخلت

$$\frac{\text{مماس (د) + مماس (س)}}{\text{مماس (د) مماس (س) - 1}} = \text{مماس (د + س)} .$$

وهو ما اردنا به

(تخمينه) يرى في الشكل (٥) أن

م هـ = هـ هـ = جيب (٥)

ن هـ = تخمينه (٥)

م هـ = هـ هـ = جيب (٥) جيب (٥)

وهي مقادير في غاية من الطائفة (انتهى)



فائمه الكتاب

(في التقويم القمري والشمسي)

في الايام ومبادئها (ملخصاً من كتاب أبي الحسن المراكشي)

(١٩٢) من المعلوم ان المدة التي بين شروق الشمس في أية محل كان وبين غروبها تسمى عند كل قوم على حسب لغتهم بالنهار والتي بين غروب الشمس وبين شروقها تسمى بالليل

وكلمة يوم عند العرب تدل على مجموع نهار وليلة واحدة وهو عبارة عن الدورة الواحدة التي تتمها الشمس في مدة أربع وعشرين ساعة وبعضهم أطلق كلمة يوم على النهار فقط اطلاقاً حقيقياً وجعل ابتداءه وقت طلوع الشمس وهو خطأ محض

لانه يوجد بالقرب من قطبي الكرة الارضية جهات يسكنون فيها النهار في قسم من السنة مساوياً لجملة أيام من غير ليل ويكون فيها الليل في القسم الآخر من السنة مساوياً لعدة أيام من غير نهار وأما سائر الجهات فتكون الايام فيها مركبة من نهار وليل

وابتداء اليوم عند العرب وقت دخول الليل أي وقت غروب الشمس في البلد الذي يكون فيه الانسان وانتهائه وقت الغروب التالي له (١) فهم يقيمون الليل على النهار وسبب ذلك ان ابتداء الشهور عند المسلمين يتعلق برؤية الهلال ولما كان أول هلال لا يمكن رؤيته الا عند غروب الشمس لزم أن يكون وقت الغروب مبداً للشهور ولما كان الشهر مركباً من أيام كوامل كان أول اليوم الغروب

وأما الامم التي لا تبدي شهورها برؤية الهلال فابتداء أيامهم وقت شروق الشمس وانتهائها اللحظة التي يليها الشروق التالي فيكون النهار عندهم متقدماً على الليل (٢) وأما أهل الهيئة فالיום عندهم هو المدة التي بين مرور الشمس بنصف النهار ومرورها به مرة ثانية فيبتدئ بوقت الزوال وينتهي بوقت الزوال التالي له

(١) حيث ان ساعاتنا عروية فعلياً ان متبر اليوم من الغروب الى الغروب التالي له وكثير من الناس لا يراعون ذلك فاذا كتبوا خطاباً في ليلة تراءم يضعون عليه تاريخ النهار الذي تقدم وهو خطأ محض

(٢) الاوروبيون اليوم حالفوا هذه القاعدة فأيامهم العامة (ژور سيفيل) تبتدئ من نصف الليل أي قبل اليوم الفلكي بأربع عشرة ساعة اهـ

(في التاريخ العربي أي السنة الهجرية القمرية)

(١٩٣) معلوم في التاريخ ان نينا عليه أفضل الصلاة والسلام هاجر من مكة المشرفة في أواخر شهر صفر وفي الثامن من ربيع الثاني وصل الى قباء بالقرب من المدينة المنورة وبعد بضعة أيام شرفها بقدومه وأقامته الى الوفاة وبعد ذلك بسبع عشرة سنة في مدة خلافة سيدنا عمر رضي الله عنه اعتبرت الهجرة النبوية مبدأ لتاريخ الاسلام وابتدأت السنة العربية القمرية بشهر محرم وهذا التاريخ يقابل يوم الجمعة سادس عشر قموز سنة ست مائة واثنين وعشرين ميلادية ودونك أسماء الأشهر العربية وعدد أيامها

٣٠ محرم	٣٠ رجب
٢٩ صفر	٢٩ شعبان
٣٠ ربيع الاول	٣٠ رمضان
٢٩ ربيع الآخر	٢٩ شوال
٣٠ جمادى الاولى	٣٠ ذوالقعدة
٢٩ جمادى الآخرة	٢٩ أو ٣٠ ذوالحجة

فيكون عدد أيام السنة تارة ٣٥٤ وأخرى ٣٥٥

فيتلخص من ذلك ان السنة الهجرية القمرية تتركب من اثني عشر شهرا بالكيفية المشروحة ويتبدى كل منها بوقت اجتماع النيرين أي الشمس والقمر ثم ان الحسابات الفلكية وان كانت كافية لتعيين هذا الوقت الا انه لابد لثبوت دخول الشهر ثبوتا شرعيا من رؤية الهلال وهذا يستوجب ضرورة مكث القمر على الافق بعد غروب الشمس

والتوسط بين الاجتماعين المتعاقبين هو ٢٩,٥٣٠,٥٨٩ يوما

(في السنين العربية الكبيسة)

(١٩٤) يعلم مما تقدم ان السنة القمرية هي المدة التي بين غرة محرم وغرة محرم التالي له أي المدة التي بين اجتماع النيرين والاجتماع الثالث عشر بعده فاذا حسبنا متوسط هذه المدة بالنسبة الى دوران الشمس والقمر مدة ثلاثين سنة نجد انه يساوي ٣٥٤,٣٦٧,٠٦٨ يوما فاذا فرضنا أحد الشهور ٣٠ يوما والتالي له ٢٩ ثم ٣٠ ثم ٢٩ كما تقدم تكون السنة مركبة من ٣٥٤ يوما فقط وبقي الكسر ٣٦٧,٠٦٨,٠

وهو بصير يوما واحدا في كل ٣٢,٦٩١٤٩ شهرا كالا يفتنى فثلاثا تضع هذه المدة
سدى اتفقوا على انهم يضيفون هذا اليوم الى ذى الحجة كل سنتين أو ثلاث سنين
فتكون السنون العربية مركبة تارة من ٣٥٤ يوما وأخرى من ٣٥٥ يوما وهذه
تسمى بالكيسة وتلك بالبيطة

وحيث ان الكسر المتقدم ذكره ٣٦٧٠٦٨. في كل ثلاثين سنة بصير ١٢٠١٢٠٤
يوما ففى كل ثلاثين سنة من ابتداء الهجرة الى هذه الايام يوجد احدى عشرة سنة
كيسة وتسع عشرة بسيطة واتفقوا على ان السنين الكيسة تكون السنين ٧٥٥٢
و ١٠ و ١٣ و ١٥ و ١٨ و ٢١ و ٢٤ و ٢٦ و ٢٩ وما بقى من الثلاثين تكون بسيطة وهذه
القاعدة مستعملة عند موثقى الاسلام الى هذه الايام

وعلى ذلك يكفى لمعرفة السنة هل هي كيسة أو بسيطة قسمة عددها على ٣٠ فان
كان الباقي من ضمن الاعداد المتقسمة الذكر تكون السنة المفروضة كيسة أعنى
لذى عجزنا ٣٠ يوما والا فبسيطة مثال ذلك لمعرفة ما اذا كانت سنة ١٣٠٣ هجرية
كيسة أو بسيطة نقسمها على ٣٠ فيبقى ١٣ وهو عدد موجود ضمن أعداد
السنين الكيسة فالسنة المفروضة كيسة وبعض المؤلفين جعل السنة السادسة
عشرة ككيسة بدلا من الخامسة عشرة ولكنه غير معمول به فلا يخل بالقواعد
المذكورة

ولما وزعت الاحد عشر يوما على السنين الكيسة ترك الكسر ١٢٠٤. وهو
يصير يوما كاملا كل ٢٤٩١٧ سنة فلاجل تصحيح التقويم يلزم ان يضاف يوم الى
السنة الثانية عشرة من السنين الثلاثين التالية لسنة ٢٤٩١ هجرية أعنى بعد
(١٣٠٣) بألف ومائة وثمان وثمانين سنة

(في كيفية معرفة غرر السنين والشهور العربية)

(١٩٥) قد وضع علماء الاسلام لمعرفة أيام دخول السنين والشهور جملة قواعد
وعدد واجمالة طرق يطول شرحها ولنكتف منها بذكر قاعدة الوغ بك (١) ففيها غنى
عن الجميع

(١) هو الوجود لمحمد بن ابي بن شاهر بن تيمورلنك ولد سنة ٧٩٦ هجرية وتقلد الحكم على سمرقند
وهو من اعلم علماء الفلك وله ربح مشهور ومعتبر الى هذا العصر وكان من الفضل بالمكان الاعلى ولكن كان يستفد منه
التعظيم فكان الصحف الكامن في البشر له غلبة على العلم والكمال مهما كانت الرجال تقل له اخذوا بما طالع نفسه
فوجدوا الحساب انه سيقول يذابه الا كبره الطيف فطلق من ذلك الوقت يذيق ابنه المذكور اشد العذاب
وبما مله بالشت والصف حتى اوفره من فمده الى قتل ابيه وقتله بالصل بيده سنة ٨٥٤ هـ

وهي ان تطرح من السنة التي تريد معرفة غرتها عدد ٢١٠ ثم تطرح من الفاضل أيضا ذلك العدد ثم من الفاضل الثاني وهكذا حتى تجد فاضلا أقل من ٢١٠ (١) فتقسمه على ٣٠ وتضرب الخارج الصحيح في ٥ وتحفظ الحاصل ثم تطرح واحدا من باقي القسمة وتفرق من الباقي عدد السنين الكبيسة وعدد السنين البسيطة بمقتضى ما ذكر في المادة السابقة وتضرب عدد الكبيسة في ٥ وعدد البسيطة في ٤ وتضيف الحاصلين الى الحاصل الاول المحفوظ ثم تضيف ٥ الى المجموع فما كان تقسيمه على ٧ فيدل باقي القسمة على رقم اليوم المطلوب من أيام الاسبوع فهو أول يوم في السنة وترتيب أيام الاسبوع هكذا

الاحد الاثنين الثلاثاء الاربعاء الخميس الجمعة السبت

(١) (٢) (٣) (٤) (٥) (٦) (٧)

وان لم تجد خارجا للقسمة تفرضه ٧ ويكون المطلوب يوم السبت

مثال ذلك - لنبحث عن أول يوم من سنة ١٣٠٣

$$\begin{array}{r}
 ١٣٠٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ١٠٩٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ٨٨٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ٦٧٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ٤٦٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ٢٥٣ \\
 ٢١٠ \\
 \hline
 ٤٣
 \end{array}$$

(١) هذا يؤخذ الى قسمة عدد السنين المعروضة على ٢١٠ ويكون الفاضل الذي هو أقل من ٢١٠ هو الباقي القسمة اه مترجم

$$\frac{12}{30} \times 1 = \frac{24}{30}$$

نحفظه $0 = 0 \times 1$

$$12 = 1 - 12$$

وبمقتضى ما ذكر في المادة السابقة نجد انه في مدة ١٢ سنة يكون ٤ سنين كيسة
و ٨ بسيطة

$$20 = 0 \times 4$$

$$22 = 4 \times 8$$

$$0 = 0 \times 1 \text{ المحفوظ}$$

$$\begin{array}{r} 0 \\ \hline 62 \end{array}$$

$$\frac{1}{7} \times 8 = \frac{12}{7}$$

فباقى القسمة ٦ هو رقم اليوم المطلوب فهو اذن يوم الجمعة
وفي الحقيقة اذا بحثنا في تقويم تلك السنة نرى ان اجتماع شهر محرم يحصل يوم
الخميس قبل الزوال بساعتين ويرى الهلال ليلاً فتكون الجمعة أول السنة
وأما غر الشهور فطريق معرفتها ان تعد الشهور التي مضت من السنة وتبحث عن
عدد الشهور التي فيها ٣٠ يوماً على حسب جدول المادة (١٩٣) وتضربه في ٢
وتضيف الى الحاصل عدد الشهور التي فيها ٢٩ يوماً ثم تضيف الى المجموع رقم يوم
أول السنة المفروضة فما كان اقسمه على ٧ فباقى القسمة يدل على رقم اليوم الذي هو
الغرة المطلوبة

مثال ذلك بـ اذا أريد معرفة غرة رمضان سنة ١٣٠٣ يجرى العمل هكذا
قبل رمضان مضى ثمانية أشهر ٤ منها ذات ٣٠ يوماً و ٤ ذات ٢٩ يوماً فنقول

$$8 = 2 \times 4$$

$$4 = 4 \times 1$$

$$9 = \text{غرة أول يوم السنة}$$

$$\overline{18} = \text{المجموع}$$

$$\frac{18}{7} = \frac{2}{7}$$

فالباقى ٤ هو رقم غرة رمضان فهو اذن يوم الاربعاء

ولسهولة معرفة دخول السنين الهجرية القمرية قد وضع الوغ بك الجدول الآتي

١٨٠	١٥٠	١٢٠	٩٠	٦٠	٣٠	٠	
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	١
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	٢
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	٣
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٤
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٥
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٦
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	٧
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٨
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	٩
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	١٠
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	١١
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	١٢
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	١٣
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	١٤
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	١٥
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	١٦
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	١٧
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	١٨
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	١٩
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٢٠
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٢١
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٢٢
٥	٧	٢	٤	٦	١	٣	٢٣
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٢٤
٧	٢	٤	٦	١	٣	٥	٢٥
٤	٦	١	٣	٥	٧	٢	٢٦
٢	٤	٦	١	٣	٥	٧	٢٧
٦	١	٣	٥	٧	٢	٤	٢٨
٣	٥	٧	٢	٤	٦	١	٢٩
١	٣	٥	٧	٢	٤	٦	٣٠

وكيفية استعماله أن يطرح كما تقدم ٢١٠ من السنة المفروضة بقدر ما يمكن ثم يدخل

على الجدول بالفاضل الذي هو أقل من هذا العدد

مثلا إذا أردنا معرفة غرة سنة ١٣٠٣ هجرية على الطرح المذكورة فنجد العدد

٤٣ وحيث أنه لا يوجد في العمود الذي على اليمين تفرقه الى قسمين ٣٠ و ١٣ ونبحث عن العدد ١٣ في العمود المذكور وعن العدد ٣٠ في أول صف أفقي ونخرج على الصف الأفقي الذي في حذاء الأول وعلى الصف الرأسي الذي في حذاء الثاني فهذان الصفان يتلاقيان على خانة يكون فيها العدد ٦ الدال على رقم اليوم المطلوب فهو اذن يوم الجمعة

وقد حرر الوغ بك جدولاً آخر لمعرفة غرر الشهور وهو هذا (١)

محرم	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء
صفر	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
ربيع الأول	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت
ربيع الآخر	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين
جادي الأول	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء
جادي الآخر	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
رجب	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة
شعبان	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد
رمضان	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين
شوال	الخميس	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء
ذوالقعدة	الجمعة	السبت	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس
ذوالحجة	الأحد	الاثنين	الثلاثاء	الأربعاء	الخميس	الجمعة	السبت

فاذا أردنا معرفة غرة رمضان سنة ١٣٠٣ مثلاً نبحث ابتداء عن غرة هذه السنة بإحدى الطريقتين المتقدمتين فنجدها يوم الجمعة ثم نبحث عن هذا اليوم في الخانات الأفقية التي في حذاء خانة شهر محرم ونخرج منه على الصف الأول الرأسي ثم نخرج من خانة شهر رمضان على الصف الأفقي فهذان الصفان يتلاقيان في خانة يكون فيها الغرة المطلوبة وهي يوم الأربعاء

(في تقويم الرومانيين)

(١٩٦) كانت السنة عند الرومانيين بمقتضى التقويم القديم الذي وضعه رومولوس في مدة الجمهورية الأولى في رومة مركبة من ٣٠٤ أيام ومنقسمة الى عشرة أشهر وهذا بيانها

(١) ان الوغ بك وضع هذا الجدول بمرافق أيام الأسبوع وقد بدلتها عن اسمائها اهـ

عدد الايام	أسماء الشهور	عدد الايام	أسماء الشهور
٣١	مارتيوس (مارث)	٣٠	سكستيلس
٣٠	ابريليوس (ابريل)	٣٠	سبتمبر
٣١	مايوس (مه)	٣١	اكتوبر
٣٠	يونيوس (ژوين)	٣٠	نوفمبر
٣١	كيتيلس	٣٠	ديسمبر

فكان عدد أيام السنة ٣٠٤ وابتدأوها شهر مارتىوس

ولما ظهر للامير (نوما) عدم انطباق هذا الترتيب على الفصول كما لا يخفى أخذ في اصلاحه على نسق التقويم اليوناني فأضاف شهرا أيامه ٢٩ سماه (ژانوارىوس) وجعله أول الشهور ثم شهرا آخر أيامه ٢٨ يوما سماه (فبروارىوس) وجعله آخر الشهور فصارت السنة مركبة من ١٢ شهرا ولأجل امكان اتفاقها مع السنة القمرية حذف يوما واحدا من شهوره الاصلية التي كانت ٣٠ يوما فصارت الشهور كلها فردية العدد ما عدا شهر فبروارىوس لان الرومانيين كانوا يعتقدون ان الاعداد الفردية أشرف وأمسعد من الزوجية فهذه الطريقة صارت السنة الرومانية مرتبة هكذا

عدد الايام	أسماء الشهور	عدد الايام	أسماء الشهور
٢٩	ژانوارىوس	٣١	كيتيلس
٢٨	فبروارىوس	٢٩	سكستيلس
٣١	مارتيوس	٢٩	سبتمبر
٢٩	ابريلس	٣١	اكتوبر
٣١	مايوس	٢٩	نومبر
٢٩	يونيوس	٢٩	ديسمبر

أى مركبة من ٣٥٥ يوما

ولما كانت السنة على هذا الترتيب قريبة جدا من السنة القمرية أرادوا تقريبها أيضا من السنة الشمسية فاتفقوا على ان يضيفوا كل سنتين شهرا ليأمله ٢٢ يوما أو ٢٣ يوما فصارت السنة الاولى مركبة من اثني عشر شهرا أى من (٣٥٥) يوما والسنة

الثانية لها من ١٣ شهرا أى من (٣٧٧) يوما والسنة الثالثة من ١٢ شهرا أيضا
أى من (٣٥٥) يوما والسنة الرابعة من ١٣ شهرا ولكن من (٣٧٨) يوما وعلى
هذا القياس فصار عدد أيام كل أربع سنين ١٤٦٥ يوما فيكون متوسط عدد أيام
السنة الواحدة (٣٦٦) يوما وربيع يوم وهو عدد أكبر من عدد أيام السنة الشمسية
بزيادة عن يوم واحد وبعد قليل ظهر هذا الفرق للامير المتقدم ذكره فجاء بإصلاح
جديد ولكن لم يحصل تطبيقه فاما أن يكون ذلك من عدم فهم الرؤساء الرومانيين
الذين كانوا منوطين بحساب التقويم أو من عدم اعتنائهم بذلك الإصلاح فنتج من
اهمالهم هذا اختلاط كل في ترتيب القصول حتى جاء وقت في آخر الجمهورية كانت
نقطة اعتدال ربيع السنة على بعد ثلاثة شهور من نقطة اعتدال ربيع الكرة
السموية أى ان الشمس في اليوم الذى وجدت فيه حقيقة على نقطة الربيع كانت
معتبرة فيه أنها على نقطة الانقلاب الصيفي

(في تقويم زوليان)

ولاجل اصلاح الخطاء المتقدم ذكره أضافوا الى سنة ٧٠٧ جمهورية أى سنة ٤٧
قبل سيدنا عيسى عليه السلام شهرين زيادة عن الشهر (٣٠ يوما) الذى كانوا
يضيفونه فصارت تلك السنة مركبة من ٤٤٥ يوما (وعلى قول بعض المؤلفين ٤٤٣
يوما) وسميت بالسنة المضطربة وبعد ذلك بسنتين أى في سنة ٧٠٩ جمهورية
الموافقة لسنة ٤٥ قبل سيدنا عيسى أراد زول سيزار (هو زول قيصر أى الامبراطور)
ازالة هذا الخلل فحلب من الاسكندرية الفلكي الشهير سيروجين وكلفه بذلك فجعل
السنة مركبة من ٣٦٥ يوما وربيع يوم وحيث ان هذا الكسر يصير يوما واحدا
كل أربع سنين اتفقوا على جعل ثلاث سنين بسيطة ذات ٣٦٥ يوما وسنة كبيسة
ذات ٣٦٦ يوما وهى الرابعة

وكان الرومانيون يسمون أوائل شهورهم بكلمة فالاندياس (واملاها أصل كلمة فالاندى
المستعملة الآن عند الافرنج بمعنى تقويم) فسموا اليوم الذى أضافوه الى رابع سنة
(يسكتوفالاندياس) أى السادس الثانى من ابتداء مارث لانهم أضافوه ما بين ٢٣
و ٢٤ شباط ومما تلك السنة يسكستيل (أى الكبيسة) ثم زادوا أشهر (نوما) بقدر
عشرة أيام فصارت السنة مركبة من اثني عشر شهرا مرتبة على التسق الآتى وهو

عدد الايام	أسماء الاشهر	عدد الايام	أسماء الاشهر
٣١	ژانواريسوس	٣١	كيتيلس
٢٨ و ٢٩	فبرواريسوس	٣١	سكستيلس
٣١	مارتوس	٢٠	سبتمبر
٣٠	ايريلس	٣١	اكتوبر
٣١	مايوس	٢٠	نومبر
٢٠	يونيسوس	٣١	دسمبر

فصارت الايام في كل ثلاث سنوات متوالية ٣٦٥ يوما وفي السنة الرابعة ٣٦٦ كما ذكر وتذكارا لهذا الاصلاح المنسوب لژوليسزار أبدا اسم الشهر السابع (كيتيلس) بشهر ژوليسوس كما انه أبدا الثامن (سيكتيلس) فيما بعد بشهر اوغوستوس ومعناه المقدس وذلك تذكارا للامبراطور اوغوستوس

ثم في سنة ٣٢٥ ميلادية او ١٠٧٩ رومية أعني بعد ژوليسزار بقدر ٣٧٠ سنة قرر المجمع النيقاوى (قونسل ده نيسه) وهو مجلس كان يشتغل بالامور الروحانية استعمال الاصلاح الژوليومى ولكن باعتبار المبدأ تاريخ ميلاد سيدنا عيسى فعمل به في جميع البلاد المسيحية الى سنة ١٥٨٢ ولم تزل تستعمله الآن الروس واليونان وبعض مسيحي الشرق

(في التقويم القره غورى)

انه على فرض صحة القاعدة الژوليوسية يكون متوسط السنة ٣٦٥,٢٥ يوما وحيث ان السنة الحقيقية هي ٣٦٥,٢٤٢٢ يوما فتكون الاولى أعظم من الاخرى بقدر كسر اليوم ٠,٧٨ أى ١١ دقيقة و ١٣ ثانية و ٩٢ جزءاً من المائة من الثانية فكل مائة سنة ژوليوسية تزيد عن السنة الحقيقية بقدر ٠,٧٨ أى ١٨ ساعة و ٤٣ دقيقة و ١٢ ثانية ففى هذه المدة تتقهقر بالضرورة نقطة الاعتدال من موضعها الحقيقى بهذا المقدار ثم ان هذا القدر لا يؤثر فى هذه المدة تأثيراً ظاهراً ولكنه بمرور الاعصار يعظم جدا حتى يظهر منه تأثير فى التواريخ المقررة فقد شوهد ان فى سنة انعقاد المجمع النيقاوى أى سنة ٣٢٥ وصلت الشمس الى نقطة الاعتدال الربيعى فى ٢١ مارث ثم فى سنة ١٥٨٢ وصلت اليها فى ١١ مارث فلما رأى ذلك البابا الذى

كان في ذلك العهد وهو غره غوار الثالث عشر أمر بإصلاح هذا الخلل فلاحظوا ان الكسر ٧٨٠٠٠٠ قد صار في مدة ١٢٥٧ سنة ١٦٨٠٠٠ أي عشرة أيام فلاسقاط هذه الزيادة حسبوا الخامس من تشرين الاول سنة ١٥٨٢ بالخامس عشر منه فرجع سير الفصول كما كان سنة ٣٢٥ ولاجل عدم وقوع خلل في المستقبل رأوا أن الفرق المذكور يبلغ في كل اربعمئة سنة ٧٨٠٠٠ × ٤٠٠ أعني ٣١٢ أيام فاتفقوا على ازالة هذه الزيادة بحذف ثلاث سنين كيسة من كل اربعمئة سنة وجعلوا سنة ١٦٠٠ كيسة و ١٧٠٠ و ١٨٠٠ و ١٩٠٠ بسيطة ثم ٢٠٠٠ كيسة والمئات الثلاث الاتية بسيطة وهلم جرا

وقد حكم البابا المذكور بإبطال الطريقة الزوليوسية واتباع قاعدته في أوائل مارث سنة ١٥٨١ بجميع البلاد التي كانت مطبوعة للكنيسة قبلوا ذلك في الحال مثل فرنسا واسبانيا والبرتغال وإيطاليا وأما الدانيماركة والفنلند وعلى الخصوص المتبعين لمذهب البروتستانت لم يقبلوها الا سنة ١٧٠٠ والانكليز سنة ١٧٥٢ والآن قد قبلتها جميع ممالك أوروبا ماعدا الروس والاروام كما قلنا وفي الشرق بعض من المسيحيين

والتقويم الغره غواري المذكور أدق التقويمات نعم انه يبقى على حسابه بالطريقة المذكورة كسر قليل وهو ١٢ ر. من اليوم ولاجل أن يصير يوما واحدا يلزم مضي مايزيد عن الثلاثة آلاف سنة الا أنه بالجملة فرق لا يكاد يشعر به

وقد مر أنه في سنة ١٥٨٢ أي وقت تبديل التقويم الزوليوي بالتقويم الغره غواري كان الفرق بين هذين التقويمين عشرة أيام وقد زاد الآن هذا الفرق بيومين لان سنة ١٧٠٠ وسنة ١٨٠٠ اعتدنا كيسةتين في التقويم الزوليوي وبسيطتين في الغره غواري ولذلك ترى فرقا بين حساب الروس واليونان وبين حساب سائر الافرنج بقدر ١٢ يوما وبعد ١٥ سنة تصير السنة الميلادية ١٩٠٠ وتكون بسيطة في الحساب الغره غواري وكيسة في الزوايومي فيصير الفرق المذكور حينئذ ١٣ يوما ويبقى الفرق مساويا لهذا العدد الى سنة ٢١٠٠ ومن هذه الى سنة ٢٢٠٠ يصير ١٤ ومن ٢٢٠٠ الى ٢٣٠٠ يصير ١٥ ومن هاته الى سنة ٢٥٠٠ يصير ١٦ وهلم جرا

(في السنة المالية العثمانية)

(١٩٧) في أوائل أيام الدولة العلية كانت الإيرادات تقصّر ثم تصرف في محل قبضها

اذ كان موظفوها في مركز السلطنة من عساكر وغير عساكر قليلي العدد ولما كان أكثر الإيرادات يتحصل على حساب الشهور القمرية كانت الحكومة تصرف الاستحقاقات في تلك الشهور أيضا بدون أن يحدث من ذلك خلل في موازنة الخزينة نعم ان بعض الالتزامات المتعلقة بالعشور وغيرها كانت تدفع على حساب السنة الشمسية ولكن لاجل ابقاء تلك الموازنة كان يضم اليها مبالغ أخرى تسمى بالتفاوت الحسن

ويرى في وقائع سنة ١٢٠٩ من تاريخ جودت ان الدكتور عثمان أفندي الموردي قدم الى الدولة تقريرا في تلك السنة بين فيه أنه مع وجود التفاوت الحسن المذكور لم تزل الخزينة تخسر شيئا من جعل هذه الإيرادات على حساب السنة الشمسية والمصاريف على حساب السنة القمرية ورأى لزوم جعل المصاريف على حساب السنة الشمسية أيضا فقررت الدولة حينئذ سنة شمسية مخصوصة بالأمور المالية حسابها مبني على الهجرة وأشهرها مأخوذة من الشهور السريانية والرومانية وأيامها ذات أيام الشهور الرومانية ودونك أسماءها وعدد أيامها

مارث	= ٣١ يوما	ايلول	= ٣٠ يوما
نيسان	= ٣٠ »	تشرين الاول	= ٣١ »
مايس	= ٣١ »	تشرين الثاني	= ٣٠ »
حزيران	= ٣٠ »	كانون الاول	= ٣١ »
تموز	= ٣١ »	كانون الثاني	= ٣١ »
أغسطس	= ٣١ »	شباط	= ٢٨ أو ٢٩ »

وجعل شهر مارث أول السنة لان الالتزامات كانت تدفع في فصل الربيع فتراهم يقولون في المكاتبات المالية شهر مارث أونيسان أو ... وهكذا من سنة كذا هجرية

وحيث ان شهر شباط يكبس كل أربع سنين فيكون بين السنة القمرية التي طولها ٣٥٤ وثلث يوم تقريبا والسنة الشمسية التي طولها ٣٦٥ وربيع يوم تقريبا فرق بقدر عشرة أيام واثنين وعشرين ساعة أي أحد عشر يوما تقريبا أي ان السنة الشمسية المذكورة تزيد عن السنة القمرية بهذا المقدار ولا يخفى ماينتج عن ذلك من الاختلال لان السنة المالية تكون متداخلة في أكثر من سنة قمرية واحدة ففي سنة ١٢٨٧

شمسية كانت ٩ أيام منها متداخلة في سنة ١٢٨٧ قريه و ٢٥٤ يوما في سنة ١٢٨٨ ويومان في سنة ١٢٨٩ فلا يفهم من اسم تلك السنة الشمسية هل كانت من السنة القمرية الاولى أو الثانية أو الثالثة ولا يحتج ما ينتج من ذلك من الخلل في التقديدات وإذا فرضنا سنة ١٣٠٢ المالية نرى ان أول مارت منها يوافق ٧ جيلدى الاولى من سنة ١٣٠٢ قريه وهذا الفرق آخذ في التزايد وحيث انه لا يعرف للسنة المالية مبدأ معلوم فإذا فرض يوم منها لا يعلم مقدما أى يوم من السنة القمرية يوافق ذلك اليوم

وإذا كان لابد من حصول هذا الفرق بين السنتين المذكورتين فكان يلزم بالاقول عند بلوع هذا الفرق سنة كاملة أن يصرف النظر عن سنة من سنن المالية فعند ختام سنة ١٢٥٥ مالية مثلا يلزم صرف النظر عن سنة ١٢٥٤ وإبتداء سنة ١٢٥٦ وكذلك كان يلزم محو سنة ١٢٢١ التى هى بين ١٢٢٠ و ١٢٢٢ ولم نعلم هل حصل ذلك المحو أولا فإذا كان من الضرورى الاستمرار على المعاملة بالسنة المالية المذكورة فلا بد من اجراء ما ذكرناه من المحو فالسنة ١٢٨٨ كان يلزم محوها أيضا فينتقل من سنة ١٢٨٧ الى سنة ١٢٨٩

وإذا كان هذا المحو ضروريا فبول يكفى بمجرد اصلاح هذا الحساب كلا فاصلاحه يتوقف على أكثر من هذا المحو عندى انه بدلا عن البحث عن طريقة لاصلاحه يبحث وهو الصواب عن طريقة لتزك بالمره ويتطرق فى العمل بوجه آخر وإذا كان الغرض من السنة الشمسية المالية انما هو عدم وقوع الاختلاف بينها وبين الفصول فمن السهل المحافظة على هذا الغرض بوسيلة أسهل استعمالا ولنقدم ما بدا لنا فى هذا الموضوع فنقول

من المعلوم أن نبينا عليه أفضل الصلاة والسلام لما هاجر من مكة المكرمة وصل الى المدينة فى الثانى عشر من ربيع الاول من السنة الاولى الهجرية فلنصبت عن الدرجة والبرج اللذين كانت فيهما الشمس فى ذلك اليوم ولاجل ذلك نلتفت الى أنه من أول يوم من السنة الهجرية الى آخر سنة ١٣٠٢ مضى أيام عددها

$$٤٦١٣٨٥,٩٢٢٥٢٦ = ١٣٠٢ \times ٢٥٤,٣٦٧٠٦٨ \text{ يوما}$$

أما آخر سنة ١٣٠٢ المذكورة فهو يوم الخميس كما يظهر بالحساب ويقابل ٨ تشرين الاول من السنة الميلادية الاfrنجية أى الغرة قواربة فإذا أخذنا

هذا اليوم مبدأ وحسبنا تلك الايام بالعكس الى أن نصل الى أول يوم من
السنة الهجرية نجد هذا اليوم بالنسبة الى الحساب الغره غوارى ودونك صورة
العمل

من شهر تشرين الاول سنة ١٨٨٥ ٨ أيام	» »	ايلول	» »	٣٠
	» »	اغسطس	» »	٣١
	» »	تموز وحريران ومايس	» »	٩٢
	» »	نيسان ومارث وشباط	» »	٨٩
	» »	كانون الثانى	» »	٢١

المجموع ٢٨١ يوما

الايام التى فى ١٢٦٢ سنة ميلادية = ١٢٦٢ × ٣٦٥,٢٤٢٢١٧ = ٤٦٠,٩٣٥,٦٧٧٨٥٤ يوما

$$١٨٨٤ - ١٢٦٢ = ٦٢٢$$

وأيام كانون الاول من هذه السنة = ٣١

» تشرين الثانى منها = ٣٠

» تشرين الاول = ٣١

» ايلول = ٣٠

» اغسطس = ٣١

ومن تموز ١٦,٢٤٤,٦٨٢

$$٤٦١,٨٥٣,٦٢٢,٥٣٦$$

وهو عند يساوى عدد الايام التى فى ١٣٠٢ سنة قريه كما تقدم

تموز = ٣١

$$١٦,٢٤٤,٦٨٢$$

$$١٤,٧٥٥,٣١٨ = ١٤ يوما و ١٨ ساعة و ٧ دقائق و ٣٦ ثنيه$$

أى أن مبدأ التاريخ الهجرى بالنسبة لاهل الهبته كان فى ١٥ تموز سنة ٦٢٢
ميلادية افرنجية وأما بالنسبة لعامة الناس الذين ينوطون حسابهم بظهور الهلال
فكان فى ١٦ منه ولتحقيق ذلك بحساب آخر نقول انه يوجد ٤٦١,٣٥٨ يوما من
ابتداء التاريخ المذكور الى آخر سنة ١٣٠٢ وآخرها يوم الخميس فاذا قسمنا ذلك

العدد على ٧ يبقى ١ وحيث ان هذا الباقي يقابل يوم الخميس فابتداء الهجرة كان
يوم الخميس ١٥ تموز سنة ٦٢٢ افرنجية كما تقدم ذكره

٣٠ يوما من محرم

٢٩ » » صفر

١٢ » » ربيع الاول

فالمجموع = ٧١ يوما

وكذلك من ١٤ تموز الى آخره ١٦ يوما و ٦ ساعات

من اغسطس ٣٠ يوما

من ايلول ٢٣ يوما و ١٨ ساعة

فالمجموع = ٧١ يوما أيضا

أى ان وصوله عليه الصلاة والسلام الى المدينة كان بعد ابتداء السنة الهجرية
بقدر ٧١ يوما وسيأتى ان هذا اليوم يقابل يوم الجمعة الموافق للرابع والعشرين من
ايلول سنة ٦٢٢ ميلادية فاذا بحثنا في التقويم عن طول الشمس في ٢٣ ايلول
وعشر دقائق وكسور نجد ١٨١° وحيث ان ١٨٠° تدل على البروج الشمالية الحمل
والتور والجوزاء والسرطان والاسد والسنبلة فاذا صرفنا النظر عنها يبقى معنا درجة
واحدة فيتلخص انه في يوم دخول النبي عليه الصلاة والسلام في المدينة كانت
الشمس في أول درجة من برج الميزان أعنى يوم تساوى الليل والنهار في ختام فصل
الصيف وابتداء فصل الخريف

فينتج مما ذكر انه لو استعملت الدولة العلية السنة الشمسية بأخذ أول درجة الميزان
مبدأ لها لتتظام سنوها المالية كما لا يخفى ولا سيما ان هذا المبدأ يقابل تشریف نحر
الكائنات عليه أفضل الصلاة والسلام للمدينة المنورة ويكون هناك مصادفة غريبة
جدا

وقد أثبت بالحساب أيضا طاهر أفندى أحد رؤساء منجى عصرنا هذا قبل الآن بنحو
عشرين سنة أن دخول النبي عليه الصلاة والسلام المدينة المنورة كان وقت وجود
الشمس في أول درجة الميزان وأدخل ذلك في حساب التقويم السنوى وقد سلك هذا
المسلك من خلفه من أرباب التقويم الى هذه الايام وكذلك ألف المؤرخ الشهير
جودت باشا أحد أفاضل علماء هذا العصر رسالة اسمها (تقويم الادوار) بحث فيها

عن التواريخ التي كانت مستعملة عند السلف واستحسن فيها أن الدولة العلية تستعمل السنة الشمسية بأخذها يوم الاعتدال الخريفي المقابل للهجرة مبدأ لها وتسمى حينئذ بالسنة الشمسية الهجرية

فإذا استعملت الدولة العلية السنة الشمسية بهذه الكيفية يلزم تقسيمها طبيعة الى اثني عشر شهرا وتكون محتوية على (٣٦٥,٢٤٢٢١٧) يوما كما هو جار في الحساب الغره غواري ثم بصرف النظر عن هذا الكسر ويضاف بدله يوم كامل في كل رابع سنة فنلث سنين تكون بسيطة أي مركبة من ٣٦٥ يوما والرابعة كبيسة ومركبة من ٣٦٦ يوما وحيث أنه يبقى كسر آخر يعادل (٠,٠٠٧٧٨٣) وهو يكون ثلاثة أيام في مدة ٤٠٠ سنة ففي كل أربعة عصور يطرح من ثلاث سنوات كبيسة يوم واحد فتصير بسيطة

وأما أسماء الشهور التي يلزم استعمالها فأرى أنها تكون عين أسماء البروج وفاقا لجودت باشا أو تبقى الأسماء المستعملة الآن ولكن يجعل ايلول أول شهر مقابل لأول درجة من برج الميزان وتكون أيام الأشهر مرتبة على نسق أشهر تاريخ الميلاد الأفرنجي غير أنه يوجد حينئذ فرق بين السنة الشمسية الهجرية والسنة الأفرنجية بقدر ٢٣ يوما أعني أول يوم من آية سنة من سنينا تقابل اليوم الرابع والعشرين من سنينهم وعلى ذلك يكون آخر يوم من سنة ١٣٠٢ هجرية قريبة ١٥ من سنة ١٢٦٤ هجرية شمسية ويوم الخميس ٨ من تشرين الأول من سنة ١٨٨٥ ميلادية أفرنجية فإذا عملت التقاويم على هذا النسق لا تتغير الفصول الأربعة مدة ٣٥٣٣ سنة ولكن يبقى كسر كل أربع مائة سنة قدره ١١٣٢ ر. من اليوم الواحد ويصير يوما كاملا بعد الآن بقدر ٣٥٣٣ سنة ففي ذلك الحين تسقط سنة كبيسة فتراجع الفصول كما كانت بالضبط

(في كيفية معرفة عدد أيام الشهور الرومية والكبيسة من سنينها والبسيطة) (١٩٨) لأجل معرفة ما تبلغ أيامه من الأشهر الرومية ٣١ وما تبلغ ٣٠ تقبض على يدك اليسرى كما ترى في (شكل ١٠٤) وتعد الشهور بالابتداء من كانون الثاني على مفاصل أصابعك وما بينها بالابتداء من مفصل السبابة وبعد ما تصل الى مفصل الخنصر ترجع ثانيا حتى تصل الى السبابة وهلم جرا الى أن تعد الاثني عشر شهرا فالشهور التي تقع على المفاصل هي ذات ٣١ يوما والتي تقع ما بين المفاصل ٣٠

يوما ماعدا شهر شباط فانه اما أن يكون ٢٨ يوما أو ٢٩ على حسب كون السنة بسيطة أو كبيسة كما ينشأ ذلك في مادة (١٩٦) فلعرفة السنين الميلادية الكبيسة والسنين العادية تقسم عددها على ٤ فان لم يبق باق تكون كبيسة والا فبسيطة وقد ينشأ في المادة المذكورة أنه في كل أربعة أعصر تكون ثلاث سنين بسيطة وواحدة كبيسة فلعرفة العصر الذي يكون آخر سنه كبيسة تقسم عدده على ٤ فان تمت القسمة برقم واحد في الخارج بصرف النظر عن الاصفار تكون السنة المفروضة كبيسة والا فبسيطة مثلا اذا فرضنا سنة ٢٠٠٠ تقسمها على ٤ فنقول ٢٠ تحتوي على ٤ خمس مرات ويبقى صفر فالسنة المفروضة كبيسة

(في بعض توقيعات مجزبة)

(١٩٩) لاشبهة في ان اختلاف الفصول ناشئ عن حركة الشمس على دائرة البروج بمقدار معلوم كل يوم الى ان تتمها في سنة كاملة فاذا تصورنا في أثناء هذه الحركة الاشعة الواصلة بين احدى نقط الشمس وآفاق النقط التي على سطح الارض نرى انها تكونت نارة مائلة جدا على تلك الآفاق وأخرى مائلة قليلا عليها فالاشعة التي تكون مائلة على أفق ما أو تستمر قليلا عليه تحدث حرارة قليلة بخلاف القائمة عليه أو التي تبقى كثيرا على ذلك الآفاق فانها تحدث عليه حرارة شديدة فالبرودة والحرارة بعيل الاشعة المذكورة على الآفاق وحسب ميلها عليها أو قلته ولا شك أن كثرة الاهوية وقلتها ووقت الزراعة والحصاد ووقوع أوراق الاشجار واخضرارها وانتقال بعض الطيور من مكان الى آخر كلها أمور متعلقة بحرارة الاماكن وبرودتها وقد علم بالاستقراء أوقات حصول هذه الامور فانظرها في الجدول الذي حررناه كما ترى في (شكل ١٠٥) فانه يحتوي على أهمها وعلى أيام الأشهر الرومية الزوليوسية وتقاسم درجات البروج المقابلة لها وقد كتبنا في الدائرة الداخلية كل حادثة أمام اليوم ودرجة البروج التي تكون فيها الشمس وقت حصولها

(في التغيير السنوي لميل الشمس الاعظم)

(٢٠٠) قلنا في مواد كثيرة ان ميل الشمس الاعظم يعادل ثلاثا وعشرين درجة وثمانيا وعشرين دقيقة وكان ذلك على وجه التقريب لان الفرض مما ذكر في جميع تلك المواد رسم الميل للذكور بواسطة المنقلة وهذا المقدار كاف لذلك الفرض فاذا أردت معرفة هذا المقدار بالضبط فعليك بالنظر في الجدول الآتي

قد رصد الميل المذكور في الصين ١١٠٠ سنة قبل الميلاد فوجد = ٢٢,٥٢,٠٠
 » » » في مارسيليا ٥٣٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٢,٤٩,٢٠
 » » » في مصر بمعرفة ابن يونس ١٠٠٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٢,٢٤,٢٦
 » » » في الصين ١٢٨٠ سنة بعد الميلاد فوجد = ٢٢,٢٢,٠٢
 » » » في سمرقند بمعرفة الوغ بك سنة ١٤٢٧ فوجد = ٢٢,٣١,٤٨
 » » » في انكلترة بمعرفة برادلي سنة ١٧٥٠ فوجد = ٢٢,٢٨,٢٢
 » » » في أمانا هذه فوجد = ٢٢,٢٧,١٥

ويؤخذ من ذلك أنه من مدة ٢٩٨٥ سنة لم يتفق في الارصاد المختلفة مقداران
 متساويان للميل الاعظم بل هو آخذ في التناقص وبالتأمل يظهر أن متوسط التناقص
 السنوي هو نصف ثانية تقريبا

فإذا دام التناقص على هذه النسبة يصير دقيقة واحدة في ١٢٥ سنة ودرجة واحدة
 في ٧٥٠٠ سنة ويصير التناقص مساويا للميل الاعظم نفسه في ١٧٧٠٠٠ سنة
 ويكون الميل المذكور اذذاك صفرا وتنطبق دائرة البروج على دائرة المعدل فيزول
 وقتئذ الاختلاف الذي بين الليل والنهار ولا يبقى تعاقب للفصول مثل الآن أي ان
 الليل يكون مساويا للنهار أبدا ويكون لجميع سكان الارض فصل واحد وهو الربيع
 ولكن هيات ان يحصل ذلك لان الميكانيكية الفلكية أثبتت لعلماء أوروبا ان
 اختلاف الميل الاعظم المذكور انما هو ناشئ عن تقارب دائرة البروج ودائرة المعدل
 في مدة ثم تباعدهما في مدة أخرى وسبب ذلك حركة خصوصية للكرة الارضية وقد
 حسبوا سعة اهتزاز هاتين الدائرتين فوجدوا انه وقتما تكون دائرة البروج على أعظم
 بعد من دائرة المعدل يكون الفرق بين ذلك البعد والميل يساوي درجة واحدة
 وعشرين دقيقة وكذلك وقتما تكون على أقرب بعد منها فعلى هذا اذا كان الميل
 الاعظم آخذا الآن في التناقص فسيجيء وقت ينتهي فيه هذا التناقص فيبتدئ في
 التزايد وهكذا الى ما شاء الله وهو اعلم بالصواب

المداول المذكورة

في متن الكتاب

جدول غمرة (١)

يشتمل على مايلزم لرسم تقسيمات الشهور من ٥ الى ٥ أيام على حرف بسيطة اليد
لعرض ٤١

يعنى غايات ارتفاعات الشهور من ٥ الى ٥ أيام

الشهور	الايام	غايات الارتفاعات	الشهور	الايام	غايات الارتفاعات	الشهور	الايام	غايات الارتفاعات
حزيران	٥	٢٣	تشرين الاول	٥	٤٤	تشرين الثاني	٥	٤١
	١٠	٢٧		١٠	٥٦		١٠	٢٩
	١٥	٢٠		١٥	١٢		١٥	٢٧
	٢٠	٠٣		٢٠	٢٣		٢٠	٢٦
	٢٥	٣٦		٢٥	..		٢٥	٢٢
	٣٠	٥٩		٣١	١٧		٣١	٤٣
شور	٥	١٢	كانون الاول	٥	..	كانون الثاني	٥	٤١
	١٠	١٧		١٠	٥١		١٠	٢٩
	١٥	١٣		١٥	٥١		١٥	٢٧
	٢٠	٠٢		٢٠	٠٢		٢٠	٢٣
	٢٥	٤٢		٢٥	٢٣		٢٥	٢٨
	٣١	٥٩		٣٠	٥٥		٣١	٤٢
اغتوس	٥	٢٥	كانون الاول	٥	٢٨	كانون الثاني	٥	٢٩
	١٠	٤٧		١٠	٢٣		١٠	١٢
	١٥	٠٤		١٥	٤٠		١٥	٥٠
	٢٠	١٧		٢٠	..		٢٠	٢٣
	٢٥	٢٦		٢٥	٢١		٢٥	٤٩
	٣١	١٠		٣١	٢٢		٣٠	٠٨
ايلول	٥	١٥	كانون الثاني	٥	١٧	كانون الثاني	٥	٢٠
	١٠	١٨		١٠	٢١		١٠	٢٣
	١٥	٢٢		١٥	٣٤		١٥	١٨
	٢٠	٢٥		٢٠	٥٦		٢٠	٠٣
	٢٥	٢٩		٢٥	٢٥		٢٥	٢٩
	٣٠	٢٥		٣١	٢١		٣١	٠٩
نيسان	٥	٢٣	ماي	٥	٢٣	نيسان	٥	٢٧
	١٠	٢٧		١٠	٥٦		١٠	٢٨
	١٥	٢٠		١٥	١٢		١٥	٤٢
	٢٠	٠٣		٢٠	٢٣		٢٠	٤٢
	٢٥	٣٦		٢٥	..		٢٥	٤٢
	٣٠	٥٩		٣١	١٧		٣٠	٤٣
حزيران	٥	١٢	تشرين الاول	٥	..	تشرين الثاني	٥	٤٧
	١٠	١٧		١٠	٥١		١٠	٢٩
	١٥	١٣		١٥	٥١		١٥	٢٧
	٢٠	٠٢		٢٠	٠٢		٢٠	٢٣
	٢٥	٤٢		٢٥	٢٣		٢٥	٢٨
	٣١	٥٩		٣٠	٥٥		٣١	٤٢
شور	٥	٢٥	كانون الاول	٥	٢٨	كانون الثاني	٥	٤١
	١٠	٤٧		١٠	٢٣		١٠	٢٩
	١٥	٠٤		١٥	٤٠		١٥	٢٧
	٢٠	١٧		٢٠	..		٢٠	٢٣
	٢٥	٢٦		٢٥	٢١		٢٥	٢٨
	٣١	١٠		٣١	٢٢		٣٠	٤٢
اغتوس	٥	٢٥	كانون الاول	٥	٢٨	كانون الثاني	٥	٤٧
	١٠	٤٧		١٠	٢٣		١٠	٢٩
	١٥	٠٤		١٥	٤٠		١٥	٢٧
	٢٠	١٧		٢٠	..		٢٠	٢٣
	٢٥	٢٦		٢٥	٢١		٢٥	٢٨
	٣١	١٠		٣١	٢٢		٣٠	٤٢
ايلول	٥	١٥	كانون الثاني	٥	١٧	كانون الثاني	٥	٤١
	١٠	١٨		١٠	٢١		١٠	٢٩
	١٥	٢٢		١٥	٣٤		١٥	٢٧
	٢٠	٢٥		٢٠	٥٦		٢٠	٢٣
	٢٥	٢٩		٢٥	٢٥		٢٥	٢٨
	٣٠	٢٥		٣١	٢١		٣٠	٤٢

جدول غرة (٢)

يشتمل على مايلزم لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد الزوالية لعرض ٤١°

فاية ارتفاع مدار السرطان = ٣٠° ٢٧' ٧٢" وفاية ارتفاع معدل النهار = ٤٩° وفاية ارتفاع

مدار الجدي = ٣٠° ٢٢' ٢٥"

درجة الشمس
٣٠ القوس من ميلدرجة الشمس
٣٠ السطحة من ميلدرجة الشمس
٣٠ الجوز من ميل

الشمس = ٢٧° ١١٣'

الشمس = ١٥° ٩٥'

الشمس = ٣٢° ٦٦'

ساعات الصباح	ساعات النهار	روايا الساعات	ارتفاع الشمس المطلوب	ارتفاع الشمس المطلوب	ارتفاع الشمس المطلوب
١١ ٤٥	١٠ ١٥	٣ ٤٥	٧٢ ١٥	٤٨ ٣٧	٢٥ ٢٧
١١ ٣٠	١٠ ٣٠	٧ ٣٠	٧١ ٢٢	٤٨ ١١	٢٥ ١٠
١١ ١٥	١٠ ٤٥	١١ ١٥	٧٠ ٠٦	٤٧ ٣١	٢٤ ٤٢
١١ ٠٠	١٠ ٠٠	١٥ ٠٠	٦٨ ٢٥	٤٦ ٢٤	٢٤ ٠٤
١٠ ٤٥	١٠ ١٥	١٨ ٤٥	٦٦ ٢٨	٤٥ ٢٣	٢٣ ١٤
١٠ ٣٠	١٠ ٣٠	٢٢ ٣٠	٦٤ ١٦	٤٢ ٥٩	٢٢ ١٥
١٠ ١٥	١٠ ٤٥	٢٦ ١٥	٦١ ٥٤	٤٢ ٢٢	٢١ ٠٦
١٠ ٠٠	١٠ ٠٠	٣٠ ٠٠	٥٩ ٢٤	٤٠ ٣٥	١٩ ٤٧
٩ ٤٥	٩ ١٥	٣٣ ٤٥	٥٦ ٤٨	٣٨ ٣٩	١٨ ٢٠
٩ ٣٠	٩ ٣٠	٣٧ ٣٠	٥٤ ٠٨	٣٦ ٢٤	١٦ ٤٥
٩ ١٥	٩ ٤٥	٤١ ١٥	٥١ ٢٥	٣٤ ٢٢	١٥ ٠٢
٩ ٠٠	٩ ٠٠	٤٥ ٠٠	٤٨ ٣٩	٣٢ ٠٣	١٣ ١٣
٨ ٤٥	٨ ١٥	٤٨ ٤٥	٤٥ ٥٢	٢٩ ٣٩	١١ ١٦
٨ ٣٠	٨ ٣٠	٥٢ ٣٠	٤٣ ٠٣	٢٧ ١٠	٩ ١٤
٨ ١٥	٨ ٤٥	٥٦ ١٥	٤٠ ١٤	٢٤ ٣٦	٧ ٠٦
٨ ٠٠	٨ ٠٠	٦٠ ٠٠	٣٧ ١٤	٢١ ٥٩	٤ ٥٢
٧ ٤٥	٧ ٤٥	٦٣ ٤٥	٣٤ ٣٤	١٩ ٢٠	٢ ٣٥
٧ ٣٠	٧ ٣٠	٦٧ ٣٠	٣١ ٤٥	١٦ ٣٧	٠ ١٣
٧ ١٥	٧ ٤٥	٧١ ١٥	٢٨ ٥٦	١٣ ٥٢	٢ ١٣
٧ ٠٠	٧ ٠٠	٧٥ ٠٠	٢٦ ٠٨	١١ ٠٦	٤ ٤٢
٦ ٤٥	٦ ٤٥	٧٨ ٤٥	٢٣ ٢١	٨ ١٨	٧ ١٤
٦ ٣٠	٦ ٣٠	٨٢ ٣٠	٢٠ ٣٥	٥ ٣٠	٩ ٥٠
٦ ١٥	٦ ٤٥	٨٦ ١٥	١٧ ٥١	٢ ٤٠	١٢ ٢٨
٦ ٠٠	٦ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٥ ٠٩	٠ ٠٠	١٥ ٠٨
٥ ٤٥	٥ ٤٥	٩٣ ٤٥	١٢ ٢٩	٢ ٥٩	١٧ ٥٠
٥ ٣٠	٥ ٣٠	٩٧ ٣٠	٩ ٥٠	٥ ٤٩	٢٠ ٣٤
٥ ١٥	٥ ٤٥	١٠١ ١٥	٧ ١٥	٨ ٣٨	٢٣ ٢٠
٥ ٠٠	٥ ٠٠	١٠٥ ٠٠	٤ ٤٢	١١ ٢٦	٢٦ ٠٧
٤ ٤٥	٤ ٤٥	١٠٨ ٤٥	٢ ١٤	١٤ ١٢	٢٨ ٥٥
٤ ٣٠	٤ ٣٠	١١٢ ٣٠	٠ ١٢	١٦ ٥٧	٣١ ٣٤
٤ ١٥	٤ ٤٥	١١٦ ١٥	٢ ٣٤	١٩ ٤٠	٣٤ ٣٤
٤ ٠٠	٤ ٠٠	١٢٠ ٠٠	٤ ٥٢	٢٢ ٢٠	٣٧ ٢٢
٣ ٤٥	٣ ٤٥	١٢٣ ٤٥	٧ ٠٥	٢٤ ٥٨	٤٠ ١٣
٣ ٣٠	٣ ٣٠	١٢٧ ٣٠	٩ ١٣	٢٧ ٣٢	٤٣ ٠٢
٣ ١٥	٣ ٤٥	١٣١ ١٥	١١ ١٥	٣٠ ٠٢	٤٥ ٥١
٣ ٠٠	٣ ٠٠	١٣٥ ٠٠	١٣ ١١	٣٢ ٢٦	٤٨ ٣٨
٢ ٤٥	٢ ٤٥	١٣٨ ٤٥	١٥ ٠١	٣٤ ٤٦	٥١ ٢٤
٢ ٣٠	٢ ٣٠	١٤٢ ٣٠	١٦ ٤٤	٣٦ ٥٩	٥٤ ٠٨
٢ ١٥	٢ ٤٥	١٤٦ ١٥	١٨ ١٩	٣٩ ٠٤	٥٦ ٤٨
٢ ٠٠	٢ ٠٠	١٥٠ ٠٠	١٩ ٤٦	٤١ ٠١	٥٩ ٢٣
١ ٤٥	١ ٤٥	١٥٣ ٤٥	٢١ ٠٥	٤٢ ٥٠	٦١ ٥٤

لاحل خط الساعة الاول قبل الزوال
« الثاني »
« الثالث »
« واهل حرا »

تحت
الافق

تحت
الافق

تحت
الافق

خط وقت الامسك = ٣٠° ٢١' تحت الافق من جهة اليسار
خط وقت الفجر وميل الشمس = ١٨° ٠٠' »
خط وقت الطلوع والغروب = ٠° ٠٠' المبدأ

خط ميله اليد = ٠° ٠٠' فوق الافق من جهة الزوال
خط العصر من وجهة القبلة وجون في الجداول (٥ الى ١٥)
خط وقت الزوال من يوم الطبع

جدول نمرة (٥)

يشتمل على مايلزم لرسم خطوط ساعات بسيطة اليد الغروية لعرض القسطنطينية ٤١°

درجة الشمس (١) السرطان أو ٣٠ الجوزا في ٩ حزيران وعرض البلده = ٤١°

ميل الشمس = ٣٠° ٢٧' ٢٣" ونصف مدة النهار = ١١٢° ٠٩' ٢٧" فيه سا

تمام ميل الشمس = ٣٠° ٢٢' ٦٦" وغاية الارتفاع = ٣٠° ٢٧' ٧٢"

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	مصل الدائر يعنى روايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	مصل الدائر يعنى روايا الساعات	ساعات
٠	٠		٠	٠	
٧٢ ٢٦	٠٠ ٢١	٤ ٣٠	٠٠ ٠٠	١١٢ ٠٩	١٢ ٠٠
٧٢ ٥	٠٤ ٦	٤ ١٥	٠٢ ٢٧	١٠٨ ٢٤	١١ ٤٥
٧١ ١١	٠٧ ٥١	٤ ٠٠	٠٤ ٥٧	١٠٤ ٣٩	١١ ٣٠
٦٩ ٤٩	١١ ٢٦	٣ ٤٥	٠٧ ٣٠	١٠٠ ٥٤	١١ ١٥
٦٨ ٦	١٥ ٢١	٣ ٣٠	١٠ ٠٥	٩٧ ٠٩	١١ ٠٠
٦٦ ٦	١٩ ٦	٣ ١٥	١٢ ٤٤	٩٣ ٢٤	١٠ ٤٥
٦٣ ٥٢	٢٢ ٥١	٣ ٠٠	١٥ ٢٤	٨٩ ٣٩	١٠ ٣٠
٦١ ٢٩	٢٦ ٣٦	٢ ٤٥	١٨ ٠٧	٨٥ ٥٤	١٠ ١٥
٥٨ ٥٨	٣٠ ٢١	٢ ٣٠	٢٠ ٥١	٨٢ ٠٩	١٠ ٠٠
٥٦ ٢٢	٢٤ ٦	٢ ١٥	٢٣ ٣٧	٧٨ ٢٤	٩ ٤٥
٥٣ ٤١	٢٧ ٥١	٢ ٠٠	٢٦ ٢٤	٧٤ ٣٩	٩ ٣٠
٥٠ ٥٧	٤١ ٣٦	١ ٤٥	٢٩ ١٢	٧٠ ٥٤	٩ ١٥
٤٨ ١١	٤٥ ٢١	١ ٣٠	٣٢ ٠٨	٦٧ ٠٩	٩ ٠٠
٤٥ ٢٣	٤٩ ٦	١ ١٥	٣٤ ٥٠	٦٣ ٢٤	٨ ٤٥
٤٢ ٢٤	٥٢ ٥١	١ ٠٠	٣٧ ٤٠	٥٩ ٣٩	٨ ٣٠
٣٩ ٤٥	٥٦ ٣٦	٠ ٤٥	٤٠ ٣٠	٥٥ ٥٤	٨ ١٥
٣٦ ٥٦	٦٠ ٢١	٠ ٣٠	٤٣ ١٩	٥٢ ٠٩	٨ ٠٠
٣٤ ٥	٦٤ ٦	٠ ١٥	٤٦ ٠٨	٤٨ ٢٤	٧ ٤٥
٣١ ١٦	٦٧ ٥١	١٢ ٠٠	٤٨ ٥٦	٤٤ ٣٩	٧ ٣٠
٢٨ ٢٧	٧١ ٣٦	١١ ٤٥	٥١ ٤٢	٤٠ ٥٤	٧ ١٥
٢٥ ٣٩	٧٥ ٢١	١١ ٣٠	٥٤ ٢٤	٣٧ ٠٩	٧ ٠٠
٢٢ ٥٢	٧٩ ٦	١١ ١٥	٥٧ ٠٤	٣٣ ٢٤	٦ ٤٥
٢٠ ٧	٨٢ ٥١	١١ ٠٠	٥٩ ٣٩	٢٩ ٣٩	٦ ٣٠
١٧ ٢٣	٨٦ ٣٦	١٠ ٤٥	٦٢ ٠٨	٢٥ ٥٤	٦ ١٥
١٤ ٤١	٩٠ ٢١	١٠ ٣٠	٦٤ ٢٩	٢٢ ٠٩	٦ ٠٠
١٢ ١	٩٤ ٦	١٠ ١٥	٦٦ ٣٩	١٧ ٢٤	٥ ٤٥
٩ ٢٣	٩٧ ٥١	١٠ ٠٠	٦٨ ٣٥	١٤ ٣٩	٥ ٣٠
٦ ٤٩	١٠١ ٣٦	٩ ٤٥	٧٠ ١٢	١٠ ٥٤	٥ ١٥
٤ ١٧	١٠٥ ٢١	٩ ٣٠	٧١ ٢٨	٠٧ ٠٩	٥ ٠٠
١ ٤٨	١٠٩ ٦	٩ ١٥	٧٢ ١٤	٠٣ ٢٤	٤ ٤٥
٠ ٠٠	١١٢ ٩	٩ ٠٤	٢٧ ١٤	العصر الأول	
٧٠ ٢٨	جهة القبلة		٢٣ ٢١	العصر الثاني	
٠ ٠٠	وقت صلاة العيد (لا يتغير)		(٢٩ ١٠) انحراف القبلة من الجنوب الى الشرق		

جدول نمرة (٦)

درجة الشمس (١) للاسد أو (٢٠) الثوريوم ١١ شهر تموز او (٨) مايس

نصف مئة النهار = (٧ ١٤) = (٢٧ ١٠٨)

(ميل الشمس الشمالى = ١٠ ٠٠ ٢٠) (تمام ميل الشمس = ٥٠ ٥٩ ٦٩)

(غاية ارتفاع الشمس = ١٠ ٠٠ ٦٩)

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	ميل الدائر يعنى روايا بالساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	ميل الدائر يعنى روايا بالساعات	ساعات
٦٩ ٠٠	٠٠ ١٨	٠٤ ٤٥	٠٠ ٠٠	١٠٨ ٢٧	١٢ ٠٠
٦٨ ٤٢	٠٤ ٠٢	٠٤ ٣٠	٠٢ ٢٣	١٠٤ ٤٢	١١ ٤٥
٦٧ ٥٩	٠٧ ٤٨	٠٤ ١٥	٠٥ ٠٩	١٠٠ ٥٧	١١ ٣٠
٦٦ ٤٩	١١ ٢٣	٠٤ ٠٠	٠٧ ٤٧	٩٧ ١٢	١١ ١٥
٦٥ ١٨	١٥ ١٨	٠٣ ٤٥	١٠ ٢٨	٩٣ ٢٧	١١ ٠٠
٦٣ ٢٩	١٩ ٠٢	٠٣ ٣٠	١٣ ١١	٨٩ ٤٢	١٠ ٤٥
٦١ ٢٦	٢٣ ٤٨	٠٣ ١٥	١٥ ٥٦	٨٥ ٥٧	١٠ ٣٠
٥٩ ١٠	٢٦ ٢٣	٠٣ ٠٠	١٨ ٤٢	٨٢ ١٢	١٠ ١٥
٥٦ ٤٨	٣٠ ١٨	٠٢ ٤٥	٢١ ٢٠	٧٨ ٢٧	١٠ ٠٠
٥٤ ١٨	٣٤ ٠٢	٠٢ ٣٠	٢٤ ١٨	٧٤ ٤٢	٠٩ ٤٥
٥١ ٤٢	٣٧ ٤٨	٠٢ ١٥	٢٧ ٠٧	٧٠ ٥٧	٠٩ ٣٠
٤٩ ٠٢	٤١ ٢٣	٠٢ ٠٠	٢٩ ٥٧	٦٧ ١٢	٠٩ ١٥
٤٦ ١٩	٤٥ ١٨	٠١ ٤٥	٣٢ ٤٧	٦٣ ٢٧	٠٩ ٠٠
٤٣ ٢٦	٤٩ ٠٢	٠١ ٣٠	٣٥ ٢٦	٥٩ ٤٢	٠٨ ٤٥
٤٠ ٤٧	٥٢ ٤٨	٠١ ١٥	٣٨ ٢٦	٥٥ ٥٧	٠٨ ٣٠
٣٧ ٥٩	٥٦ ٢٣	٠١ ٠٠	٤١ ١٤	٥٢ ١٢	٠٨ ١٥
٣٥ ١٠	٦٠ ١٨	٠٠ ٤٥	٤٤ ٠١	٤٨ ٢٧	٠٨ ٠٠
٣٢ ٢٩	٦٤ ٠٢	٠٠ ٣٠	٤٦ ٤٦	٤٤ ٤٢	٠٧ ٤٥
٢٩ ٣٠	٦٧ ٤٨	٠٠ ١٥	٤٩ ٢٨	٤٠ ٥٧	٠٧ ٣٠
٢٦ ٤٠	٧١ ٢٣	١٢ ٠٠	٥٢ ٠٧	٣٧ ١٢	٠٧ ١٥
٢٣ ٥١	٧٥ ١٨	١١ ٤٥	٥٤ ٤٢	٣٣ ٢٧	٠٧ ٠٠
٢١ ٠٣	٧٩ ٠٢	١١ ٣٠	٥٧ ١١	٢٩ ٤٢	٠٦ ٤٥
١٨ ١٥	٨٢ ٤٨	١١ ١٥	٥٩ ٢٣	٢٥ ٥٧	٠٦ ٣٠
١٥ ٣٠	٨٦ ٢٣	١١ ٠٠	٦١ ٤٦	٢٢ ١٢	٠٦ ١٥
١٢ ٤٥	٩٠ ١٨	١٠ ٤٥	٦٣ ٤٧	١٨ ٢٧	٠٦ ٠٠
١٠ ٠٢	٩٤ ٤٢	١٠ ٣٠	٦٥ ٢٣	١٤ ٤٢	٠٥ ٤٥
٠٧ ٢٢	٩٧ ٤٨	١٠ ١٥	٦٧ ٠١	١٠ ٥٧	٠٥ ٣٠
٠٤ ٤٤	١٠١ ٢٣	١٠ ٠٠	٦٨ ٠٦	٠٧ ١٢	٠٥ ١٥
٠٢ ٠٨	١٠٥ ١٨	٠٩ ٤٥	٦٨ ٤٩	٠٣ ٢٧	٠٥ ٠٠
٠٠ ٠٠	١٠٨ ٢٧	٠٩ ٣٢	٢٥ ٥١	المصير الاول	
٦٦ ٤٢	جهة القبلة		٢٢ ٤٥	المصير الثانى	

جدول نمرة (٧)

درجة الشمس ١٥ الاسد أو الثور يوم ٢٦ شهر تموز و ٢٣ نيسان

نصف مدة النهار = $٥١^\circ ٠٦'$ = $٤٥^\circ ١٠٤'$ ميل الشمس الشمالى = $٥٠^\circ ١٨'$ و تمام ميل الشمس = $١٠^\circ ٤١'$ ٧٣° غاية ارتفاع الشمس = $٦٥^\circ ١٨'$ $٥٠'$

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٦٥ ١٨	٠٠ ١٥	٥ ٠٠	٠٠ ٠٠	١٠٤ ٤٥	١٢ ٠٠
٦٥ ٤	٤ ٠٠	٤ ٤٥	٢ ٢٨	١٠١ ٠٠	١١ ٤٥
٦٤ ٢٥	٧ ٤٥	٤ ٣٠	٥ ٢٠	٩٧ ١٥	١١ ٣٠
٦٣ ٢٣	١١ ٣٠	٤ ١٥	٨ ٣	٩٣ ٣٠	١١ ١٥
٦٢ ١	١٥ ١٥	٤ ٠٠	١٠ ٤٨	٨٩ ٤٥	١١ ٠٠
٦٠ ٢٢	١٩ ٠٠	٣ ٤٥	١٣ ٢٥	٨٦ ٠٠	١٠ ٤٥
٥٨ ٢٨	٢٢ ٤٥	٣ ٣٠	١٦ ٢٣	٨٢ ١٥	١٠ ٣٠
٥٦ ٢٢	٢٦ ٣٠	٣ ١٥	١٩ ١١	٧٨ ٣٠	١٠ ١٥
٥٤ ٦	٣٠ ١٥	٣ ٠٠	٢١ ٥٩	٧٤ ٤٥	١٠ ٠٠
٥١ ٤٢	٣٤ ٠٠	٢ ٤٥	٢٤ ٥٠	٧١ ٠٠	٩ ٤٥
٤٩ ١٢	٣٧ ٤٥	٢ ٣٠	٢٧ ٤٠	٦٧ ١٥	٩ ٣٠
٤٦ ٢٧	٤١ ٣٠	٢ ١٥	٣٠ ٣٠	٦٣ ٣٠	٩ ١٥
٤٣ ٥٨	٤٥ ١٥	٢ ٠٠	٣٣ ١٩	٥٩ ٤٥	٩ ٠٠
٤١ ١٦	٤٩ ٠٠	١ ٤٥	٣٦ ٧	٥٦ ٠٠	٨ ٤٥
٣٨ ٢٣	٥٢ ٤٥	١ ٣٠	٣٨ ٥٣	٥٢ ١٥	٨ ٣٠
٣٥ ٤٨	٥٦ ٣٠	١ ١٥	٤١ ٣٧	٤٨ ٣٠	٨ ١٥
٣٣ ١	٦٠ ١٥	١ ٠٠	٤٤ ١٩	٤٤ ٤٥	٨ ٠٠
٣٠ ١٢	٦٤ ٠٠	٠٠ ٤٥	٤٦ ٥٨	٤١ ٠٠	٧ ٤٥
٢٧ ٢٠	٦٧ ٤٥	٠٠ ٣٠	٤٩ ٣٣	٣٧ ١٥	٧ ٣٠
٢٤ ٢٦	٧١ ٣٠	٠٠ ١٥	٥٢ ٢	٣٣ ٣٠	٧ ١٥
٢١ ٣٧	٧٥ ١٥	١٢ ٠٠	٥٤ ٢٥	٢٩ ٤٥	٧ ٠٠
١٨ ٤٨	٧٩ ٠٠	١١ ٤٥	٥٦ ٢٩	٢٦ ٠٠	٦ ٤٥
١٦ ٠٠	٨٢ ٤٥	١١ ٣٠	٥٨ ٤٣	٢٢ ١٥	٦ ٣٠
١٣ ١٢	٨٦ ٣٠	١١ ١٥	٦٠ ٢٦	١٨ ٣٠	٦ ١٥
١٠ ٢٦	٩٠ ١٥	١١ ٠٠	٦٢ ١٣	١٤ ٤٥	٦ ٠٠
٠٧ ٤١	٩٤ ٠٠	١٠ ٤٥	٦٣ ٣٤	١١ ٠٠	٥ ٤٥
٠٤ ٥٨	٩٧ ٤٥	١٠ ٣٠	٦٤ ٣٢	٧ ١٥	٥ ٣٠
٠٢ ١٧	١٠١ ٣٠	١٠ ١٥	٦٥ ٨	٣ ٣٠	٥ ١٥
٠٠ ٠٠	١٠٤ ٤٥	١٠ ٠٢	٣٤ ٢٥	العصر الاول	
٦٢ ٤٢	جهة القبلة		٢٢ ٧	العصر الثاني	

جدول غرة (أ)

درجة الشمس (١) السنبلة أو ٣٠ الحمل في ١١ اغستوس و ٨ نيسان
 نصف مدة النهار = $٦٤.٠ = ١٠٠.٠$ وميل الشمس = $١٨.٠ = ١١.٠$ شمالية
 تمام ميل الشمس = $٤٢.٧٨ = ١٨.٦٠$ وغاية الارتفاع

قبل الزوال			بعد الزوال		
ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس	ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس
١٥ ٠	١٥ ٠	١٧ ٦٠	١٢ ٠٠	١٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠
١٤ ٠٠	٠ ٠٠	٥٩ ٥٨	١١ ٤٥	٩٦ ١٥	٦ ٤٥
١٤ ٤٥	٨ ٤٥	٥٩ ١٩	١١ ٣٠	٩٢ ٣٠	٥ ٣١
١٤ ٣٠	١٢ ٣٠	٥٨ ٢٠	١١ ١٥	٨٨ ٤٥	٨ ١٩
١٤ ١٥	١٦ ١٥	٥٧ ٧	١١ ٠٠	٨٥ ٠٠	١١ ٨
١٤ ٠٠	٢٠ ٠٠	٥٥ ٣٠	١٠ ٤٥	٨١ ١٥	١٣ ٥٨
١٣ ٤٥	٢٣ ٤٥	٥٣ ٤٢	١٠ ٣٠	٧٧ ٣٠	١٦ ٤٨
١٣ ٣٠	٢٧ ٣٠	٥١ ٤٣	١٠ ١٥	٧٣ ٤٥	١٩ ٣٧
١٣ ١٥	٣١ ١٥	٤٩ ٣٠	١٠ ٠٠	٧٠ ٠٠	٢٢ ٢٦
١٣ ٠٠	٣٥ ٠٠	٤٧ ١٧	٩ ٤٥	٦٦ ١٥	٢٥ ١٥
١٢ ٤٥	٣٨ ٤٥	٤٤ ٥٣	٩ ٣٠	٦٢ ٣٠	٢٨ ٣
١٢ ٣٠	٤٢ ٣٠	٤٢ ٢١	٩ ١٥	٥٨ ٤٥	٣٠ ٤٩
١٢ ١٥	٤٦ ١٥	٣٩ ٤٩	٩ ٠٠	٥٥ ٠٠	٣٣ ٣٤
١٢ ٠٠	٥٠ ٠٠	٣٧ ١٠	٨ ٤٥	٥١ ١٥	٣٦ ١٧
١١ ٤٥	٥٣ ٤٥	٣٤ ٢٧	٨ ٣٠	٤٧ ٣٠	٣٨ ٥٧
١١ ٣٠	٥٧ ٣٠	٣١ ٤٥	٨ ١٥	٤٣ ٤٥	٤١ ٣٣
١١ ١٥	٦١ ١٥	٢٨ ٥٨	٨ ٠٠	٤٠ ٠٠	٤٤ ٤
١١ ٠٠	٦٥ ٠٠	٢٦ ١٠	٧ ٤٥	٣٦ ١٥	٤٦ ٣٠
١٠ ٤٥	٦٨ ٤٥	٢٣ ٢٢	٧ ٣٠	٣٢ ٣٠	٤٨ ٥٠
١٠ ٣٠	٧٢ ٣٠	٢٠ ٣٣	٧ ١٥	٢٨ ٤٥	٥١ ٣
١٠ ١٥	٧٦ ١٥	١٧ ٤٤	٧ ٠٠	٢٥ ٠٠	٥٣ ٥
١٠ ٠٠	٨٠ ٠٠	١٤ ٥٤	٦ ٤٥	٢١ ١٥	٥٤ ٥٥
٩ ٤٥	٨٣ ٤٥	١٢ ٤	٦ ٣٠	١٧ ٣٠	٥٦ ٣٣
٩ ٣٠	٨٧ ٣٠	٩ ١٥	٦ ١٥	١٣ ٤٥	٥٧ ٥٦
٩ ١٥	٩١ ١٥	٦ ٢٧	٦ ٠٠	١٠ ٠٠	٥٩ ١
٩ ٠٠	٩٥ ٠٠	٣ ٤١	٥ ٤٥	٦ ١٥	٥٩ ٤٨
٨ ٤٥	٩٨ ٤٥	٠٠ ٥٥	٥ ٣٠	٢ ٣٠	٦٠ ١٣
٨ ٣٠	١٠٠ ٠٠	٠٠ ٠٠	العصر الأول	٣٢ ٢٩	٣٢ ٢٩
٨ ١٥	جهة القبلة	٥٧ ١٧	العصر الثاني	٢١ ١٥	٢١ ١٥

جدول نمرة (٩)

درجة الشمس ١٥ السنبلة أو ١٥ الجمل في ٢٦ اغسطس و ٢٣ مارس

عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار = ٢١ ٦ = ٩٠°

(ميل الشمس = ٥٤° شمالية) (تمام ميل الشمس = ٦° ٨٤°)

(غاية الارتفاع = ٥٤° ٥٤°)

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٥٤ ٤٦	٢ ٢١	٥ ٣٠	٠ ٠٠	٩٥ ٠٩	١٢ ٠٠
٥٤ ٢٩	٦ ٦	٥ ١٥	٢ ٤٩	٩١ ٢٤	١١ ٤٥
٥٣ ٤٩	٩ ٥١	٥ ٠٠	٥ ٣٨	٨٧ ٣٩	١١ ٣٠
٥٢ ٥١	١٣ ٣٦	٤ ٤٥	٨ ٢٨	٨٣ ٥٤	١١ ١٥
٥١ ٣٨	١٧ ٢١	٤ ٣٠	١١ ١٨	٨٠ ٩	١١ ٠٠
٥٠ ٩	٢١ ٦	٤ ١٥	١٤ ٧	٧٦ ٢٤	١٠ ٤٥
٤٨ ٢٨	٢٤ ٥١	٤ ٠٠	١٦ ٥٦	٧٢ ٣٩	١٠ ٣٠
٤٦ ٣٦	٢٨ ٣٦	٣ ٤٥	١٩ ٤٤	٦٨ ٥٤	١٠ ١٥
٤٤ ٣٣	٣٢ ٢١	٣ ٣٠	٢٢ ٣١	٦٥ ٩	١٠ ٠٠
٤٢ ٢٢	٣٦ ٦	٣ ١٥	٢٥ ١٦	٦١ ٢٤	٩ ٤٥
٤٠ ٤	٣٩ ٥١	٣ ٠٠	٢٧ ٥٩	٥٧ ٣٩	٩ ٣٠
٣٧ ٤٠	٤٣ ٣٦	٢ ٤٥	٣٠ ٣٩	٥٣ ٥٤	٩ ١٥
٣٥ ١٠	٤٧ ٢١	٢ ٣٠	٣٣ ١٦	٥٠ ٩	٩ ٠٠
٣٢ ٣٦	٥١ ٦	٢ ١٥	٣٥ ٤٩	٤٦ ٢٤	٨ ٤٥
٢٩ ٥٨	٥٤ ٥١	٢ ٠٠	٣٨ ١٧	٤٢ ٣٩	٨ ٣٠
٢٧ ٤٨	٥٨ ٣٦	١ ٤٥	٤٠ ٤٠	٣٨ ٥٤	٨ ١٥
٢٤ ٣٤	٦٢ ٢١	١ ٣٠	٤٢ ٥٧	٣٥ ٩	٨ ٠٠
٢١ ٤٨	٦٦ ٦	١ ١٥	٤٥ ٦	٣١ ٢٤	٧ ٤٥
١٩ ١	٦٩ ٥١	١ ٠٠	٤٧ ٥	٢٧ ٣٩	٧ ٣٠
١٦ ١٣	٧٣ ٣٦	٠ ٤٥	٤٨ ٥٤	٢٣ ٥٤	٧ ١٥
١٣ ٢٤	٧٧ ٢١	٠ ٣٠	٥٠ ٣٣	٢٠ ٩	٧ ٠٠
١٠ ٣٥	٨١ ٦	٠ ١٥	٥١ ٥٨	١٦ ٢٤	٦ ٤٥
٧ ٤٥	٨٤ ٥١	١٢ ٠٠	٥٣ ٨	١٢ ٣٩	٦ ٣٠
٤ ٥٥	٨٨ ٣٦	١١ ٤٥	٥٤ ١	٨ ٥٤	٦ ١٥
٢ ٦	٩٢ ٢١	١١ ٣٠	٥٤ ٣٦	٥ ٩	٦ ٠٠
٠ ٠٠	٩٥ ٩	١١ ١٨	٥٤ ٥٣	١ ٢٤	٥ ٤٥
			العصر الاول		
			العصر الثاني		
			٢٠ ٢٥	٢٠ ١٨	٢٠ ١٠
			جهة القبلة		

جدول نمرة (١٠)

درجة الشمس (١) الميزان أو ٣٠ الحوت في ١٠ ايلول و ٨ مارث وعرض البلد $\times ٤١^\circ$

نصف مدة النهار = ٩° = ٦ ساعات

ميل الشمس = وتعام ميل الشمس = ٩° وغاية الارتفاع = ٤٩°

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٤٩ ٠٠	٠ ٠٠	٦ ٠٠	٠ ٠٠	٩ ٠٠	١٢ ٠٠
٤٨ ٥١	٢ ٤٥	٥ ٤٥	٢ ٥٠	٨ ٦ ١٥	١١ ٤٥
٤٨ ٢٦	٧ ٣٠	٥ ٢٠	٥ ٢٩	٨ ٢ ٣٠	١١ ٢٠
٤٧ ٤٥	١١ ١٥	٥ ١٥	٨ ٢٨	٧ ٨ ٤٥	١١ ١٥
٤٦ ٤٨	١٥ ٠٠	٥ ٠٠	١١ ١٦	٧ ٥ ٠٠	١١ ٠٠
٤٥ ٢٧	١٨ ٤٥	٤ ٤٥	١٤ ٠٢	٧ ١ ١٥	١٠ ٤٥
٤٤ ١٢	٢٢ ٣٠	٤ ٢٠	١٦ ٤٧	٦ ٧ ٣٠	١٠ ٣٠
٤٢ ٢٦	٢٦ ١٥	٤ ١٥	١٩ ٢٠	٦ ٣ ٤٥	١٠ ١٥
٤٠ ٤٩	٣٠ ٠٠	٤ ٠٠	٢٢ ١٠	٦ ٠ ٠٠	١٠ ٠٠
٣٨ ٥٢	٣٣ ٤٥	٣ ٤٥	٢٤ ٤٧	٥ ٦ ١٥	٩ ٤٥
٣٦ ٤٧	٣٧ ٣٠	٣ ٣٠	٢٧ ٢١	٥ ٢ ٣٠	٩ ٢٠
٣٤ ٣٤	٤١ ١٥	٣ ١٥	٢٩ ٥٠	٤ ٨ ٤٥	٩ ١٥
٣٢ ١٥	٤٥ ٠٠	٣ ٠٠	٣٢ ١٥	٤ ٥ ٠٠	٩ ٠٠
٢٩ ٥٠	٤٨ ٤٥	٢ ٤٥	٣٤ ٢٤	٤ ١ ١٥	٨ ٤٥
٢٧ ٢١	٥٢ ٣٠	٢ ٣٠	٣٦ ٤٧	٣ ٧ ٣٠	٨ ٢٠
٢٤ ٤٧	٥٦ ١٥	٢ ١٥	٣٨ ٥٢	٣ ٣ ٤٥	٨ ١٥
٢٢ ١٠	٦٠ ٠٠	٢ ٠٠	٤٠ ٤٩	٣ ٠ ٠٠	٨ ٠٠
١٩ ٢٠	٦٣ ٤٥	١ ٤٥	٤٢ ٢٦	٢ ٦ ١٥	٧ ٤٥
١٦ ٤٧	٦٧ ٣٠	١ ٣٠	٤٤ ١٢	٢ ٢ ٣٠	٧ ٢٠
١٤ ٠٢	٧١ ١٥	١ ١٥	٤٥ ٢٧	١ ٨ ٤٥	٧ ١٥
١١ ١٦	٧٥ ٠٠	١ ٠٠	٤٦ ٤٨	١ ٥ ٠٠	٧ ٠٠
٨ ٢٨	٧٨ ٤٥	٠ ٤٥	٤٧ ٤٥	١ ١ ١٥	٦ ٤٥
٥ ٢٩	٨٢ ٣٠	٠ ٢٠	٤٨ ٢٦	٧ ٣٠	٦ ٢٠
٢ ٥٠	٨٦ ١٥	٠ ١٥	٤٨ ٥١	٣ ٤٥	٦ ١٥
٠ ٠٠	٩٠ ٠٠	١٢ ٠٠	٤٩ ٠٠	٠ ٠٠	٦ ٠٠
			العصر الاول		
			العصر الثاني		
			٢٨ ٠٢	١٩ ١٢	
٤٥ ٠٨	جهة القبلة				

جدول نمرة (١١)

درجة الشمس ١٥ الميزان أو ١٥ الحوت في ٢٦ ايلول و ٢٠ شباط وعرض البلد = ٤٩°

نصف مدة النهار = ٥ ساعات = ٤١° ٨٤'

ميل الشمس = ٤° ٩' جنوبية وقام ميل الشمس = ٨٣° ٥٦' وغاية الارتفاع = ٥٦° ٤٩'

قبل الزوال			بعد الزوال		
ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس	ساعات	زوايا الساعات	ارتفاع الشمس
١٢ ٠٠	٨٤° ٤١'	٠ ٠٠	١٢ ٠٠	٨٤° ٤١'	٠ ٠٠
١١ ٤٥	٨٠ ٥٦	٢ ٤٨	١١ ٤٥	٨٠ ٥٦	٢ ٤٨
١١ ٣٠	٧٧ ١١	٥ ٣٤	١١ ٣٠	٧٧ ١١	٥ ٣٤
١١ ١٥	٧٣ ٢٦	٨ ١٩	١١ ١٥	٧٣ ٢٦	٨ ١٩
١١ ٠٠	٦٩ ٤١	١١ ٢	١١ ٠٠	٦٩ ٤١	١١ ٢
١٠ ٤٥	٦٥ ٥٦	١٣ ٤٢	١٠ ٤٥	٦٥ ٥٦	١٣ ٤٢
١٠ ٣٠	٦٢ ١١	١٦ ١٩	١٠ ٣٠	٦٢ ١١	١٦ ١٩
١٠ ١٥	٥٨ ٢٦	١٨ ٥٣	١٠ ١٥	٥٨ ٢٦	١٨ ٥٣
١٠ ٠٠	٥٤ ٤١	٢١ ٢٣	١٠ ٠٠	٥٤ ٤١	٢١ ٢٣
٩ ٤٥	٥٠ ٥٦	٢٣ ٤٨	٩ ٤٥	٥٠ ٥٦	٢٣ ٤٨
٩ ٣٠	٤٧ ١١	٢٦ ٨	٩ ٣٠	٤٧ ١١	٢٦ ٨
٩ ١٥	٤٣ ٢٦	٢٨ ٢٣	٩ ١٥	٤٣ ٢٦	٢٨ ٢٣
٩ ٠٠	٣٩ ٥١	٣٠ ٣٢	٩ ٠٠	٣٩ ٥١	٣٠ ٣٢
٨ ٤٥	٣٥ ٥٦	٣٢ ٣٤	٨ ٤٥	٣٥ ٥٦	٣٢ ٣٤
٨ ٣٠	٣٢ ١١	٣٤ ٢٧	٨ ٣٠	٣٢ ١١	٣٤ ٢٧
٨ ١٥	٢٨ ٢٦	٣٦ ١٣	٨ ١٥	٢٨ ٢٦	٣٦ ١٣
٨ ٠٠	٢٤ ٤١	٣٧ ٤٧	٨ ٠٠	٢٤ ٤١	٣٧ ٤٧
٧ ٤٥	٢٠ ٥٦	٣٩ ١٠	٧ ٤٥	٢٠ ٥٦	٣٩ ١٠
٧ ٣٠	١٧ ١١	٤٠ ٢١	٧ ٣٠	١٧ ١١	٤٠ ٢١
٧ ١٥	١٣ ٢٦	٤١ ٢١	٧ ١٥	١٣ ٢٦	٤١ ٢١
٧ ٠٠	٩ ٤١	٤٢ ٦	٧ ٠٠	٩ ٤١	٤٢ ٦
٦ ٤٥	٥ ٥٦	٤٢ ٣٧	٦ ٤٥	٥ ٥٦	٤٢ ٣٧
٦ ٣٠	٢ ١١	٤٢ ٥٤	٦ ٣٠	٢ ١١	٤٢ ٥٤
العصر الاول			العصر الثاني		
٢٥ ٤٤	١٨ ٠١	٢٨ ٢٧	٢٥ ٤٤	١٨ ٠١	٢٨ ٢٧

جهة القبلة

جدول نغرة (١٢)

درجة الشمس ١ العقرب أو ٣٠ الدلو في ١١ تشرين الاول و ٦ شباط

عرض البلد = ٤١° نصف مدة النهار = ١٩° ٥' = ٧٩° ٤٣'

ميل الشمس = ٣٥° ١١' جنوبية تمام ميل الشمس = ٧٨° ٢٥'

غاية الارتفاع = ٢٧° ٢٥'

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٠	٠		٠	٠	
٢٧ ٢١	٢ ٤٧	٦ ٣٠	٠٠ ٠٠	٧٩ ٤٣	١٢ ٠٠
٢٧ ٤	٦٠ ٣٢	٦ ١٥	٢ ٤٣	٧٥ ٥٨	١١ ٤٥
٢٦ ٢٤	١٠ ١٧	٦ ٠٠	٥ ٢٤	٧٢ ١٣	١١ ٣٠
٢٥ ٥٠	١٤ ٢	٥ ٤٥	٨ ٢	٦٨ ٢٨	١١ ١٥
٢٤ ٥٤	١٧ ٤٧	٥ ٣٠	١٠ ٣٦	٦٤ ٤٣	١١ ٠٠
٢٣ ٤٦	٢١ ٣٢	٥ ١٥	١٣ ٨	٦٠ ٥٨	١٠ ٤٥
٢٢ ٢٨	٢٥ ١٧	٥ ٠٠	١٥ ٣٥	٥٧ ١٣	١٠ ٣٠
٢٠ ٥٩	٢٩ ٢	٤ ٤٥	١٧ ٥٨	٥٣ ٢٨	١٠ ١٥
٢٩ ٢٠	٣٢ ٤٧	٤ ٣٠	٢٠ ١٦	٤٩ ٤٣	١٠ ٠٠
٢٧ ٢٢	٣٦ ٣٢	٤ ١٥	٢٢ ٢٨	٤٥ ٥٨	٩ ٤٥
٢٥ ٣٦	٤٠ ١٧	٤ ٠٠	٢٤ ٢٤	٤٢ ١٣	٩ ٣٠
٢٣ ٢٤	٤٤ ٢	٣ ٤٥	٢٦ ٢٣	٣٨ ٢٨	٩ ١٥
٢١ ٢٥	٤٧ ٤٧	٣ ٣٠	٢٨ ٢٥	٣٤ ٤٣	٩ ٠٠
١٩ ١٠	٥١ ٣٢	٣ ١٥	٣٠ ٩	٣٠ ٥٨	٨ ٤٥
١٦ ٤٩	٥٥ ١٧	٣ ٠٠	٣١ ٤٣	٢٧ ١٣	٨ ٣٠
١٤ ٢٤	٥٩ ٢	٢ ٤٥	٣٣ ٧	٢٣ ٢٨	٨ ١٥
١١ ٥٥	٦٢ ٤٧	٢ ٣٠	٣٤ ٢١	١٩ ٤٣	٨ ٠٠
٩ ٢٥	٦٦ ٣٢	٢ ١٥	٣٥ ٢٣	١٥ ٥٨	٧ ٤٥
٦ ٤٥	٧٠ ١٧	٢ ٠٠	٣٦ ١٤	١٢ ١٣	٧ ٣٠
٤ ٦	٧٤ ٢	١ ٤٥	٣٦ ٥٠	٨ ٢٨	٧ ١٥
١ ٢٥	٧٧ ٤٧	١ ٣٠	٣٧ ١٤	٤ ٤٣	٧ ٠٠
٠٠ ٠٠	٧٩ ٤٣	١ ٢٢	٣٧ ٢٤	٠٠ ٥٨	٦ ٤٥
			العصر الاول		
			٢٣ ٢٦	العصر الثاني	
			١٦ ٥٠		
٢٢ ٤١	جهة القبلة				

جدول غرة (١٣)

درجة الشمس ١٥ العقرب أو ١٥ الدلو في ٢٦ تشرين الأول و ٢٢ كانون الثاني

عرض البلد = ١١° ونصف مدة النهار = ٠.١° = ٠.٨°

ميل الشمس = ٢٧° ١٦ جنوبية و تمام ميل الشمس = ٣٣° ٧٣ وغاية الارتفاع = ٣٣° ٢٢

قبل الزوال			بعد الزوال			
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	
٢٢ ٢٧	٣ ٢٧	٦ ٤٥	٠ ٠٠	٧٥ ٠٨	١٢ ٠٠	
٢٢ ٨	٧ ٢٢	٦ ٣٠	٢ ٢٦	٧١ ٢٣	١١ ٤٥	
٢١ ٣٨	١١ ٠٧	٦ ١٥	٥ ٩	٦٧ ٣٨	١١ ٣٠	
٢٠ ٥٥	١٤ ٥٢	٦ ٠٠	٧ ٣٨	٦٣ ٥٢	١١ ١٥	
٢٠ ١	١٨ ٢٧	٥ ٤٥	١٠ ٣	٦٠ ٨	١١ ٠٠	
٢٨ ٥٦	٢٢ ٢٢	٥ ٣٠	١٢ ٢٤	٥٦ ٢٣	١٠ ٤٥	
٢٧ ٢٩	٢٦ ٠٧	٥ ١٥	١٤ ٤١	٥٢ ٣٨	١٠ ٣٠	
٢٦ ١٣	٢٩ ٥٢	٥ ٠٠	١٦ ٥٢	٤٨ ٥٢	١٠ ١٥	
٢٤ ٢٨	٣٣ ٢٧	٤ ٤٥	١٨ ٥٧	٤٥ ٨	١٠ ٠٠	
٢٢ ٥٥	٣٧ ٢٢	٤ ٣٠	٢٠ ٥٦	٤١ ٢٣	٩ ٤٥	
٢١ ٤	٤١ ٠٧	٤ ١٥	٢٢ ٤٨	٣٧ ٣٨	٩ ٣٠	
١٩ ٨	٤٤ ٥٢	٤ ٠٠	٢٤ ٣٢	٣٣ ٥٢	٩ ١٥	
١٧ ١	٤٨ ٢٧	٣ ٤٥	٢٦ ٧	٢٠ ٨	٩ ٠٠	
١٤ ٤٩	٥٢ ٢٢	٣ ٣٠	٢٧ ٢٣	٢٦ ٢٣	٨ ٤٥	
١٢ ٣٣	٥٦ ٠٧	٣ ١٥	٢٨ ٥٠	٢٢ ٣٨	٨ ٣٠	
١٠ ١٢	٥٩ ٥٢	٣ ٠٠	٢٩ ٥٧	١٨ ٥٢	٨ ١٥	
٧ ٤٧	٦٣ ٢٧	٢ ٤٥	٣٠ ٥٢	١٥ ٨	٨ ٠٠	
٥ ١٨	٦٧ ٢٢	٢ ٣٠	٣١ ٣٥	١١ ٢٣	٧ ٤٥	
٢ ٤٧	٧١ ٠٧	٢ ١٥	٣٢ ٦	٧ ٣٨	٧ ٣٠	
٠ ١١	٧٤ ٥٢	٢ ٠٠	٣٣ ٢٥	٢ ٥٢	٧ ١٥	
٠ ٠٠	٧٥ ٨	١ ٥٨	٣٣ ٢٢	٠٠ ٨	٧ ٠٠	
			العصر الأول			
			العصر الثاني			
			٢١ ١٧			
			١٥ ٤٠			
جهة القبلة						
٢٧ ٢٤						

جدول غرة (١٤)

درجة الشمس (١) القوس أو ٣٠ الجدى في ١٠ تشرين الثاني و ٧ كانون الثاني

عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار = ٤ ٤٥ = ١٧° ٧١°

ميل الشمس = ١٦° ٢٠° جنوبية و مقام ميل الشمس = ٦٩° ٤٤° وغاية الارتفاع = ٤٤° ٢٨°

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٢٨ ٢٩	٣ ٤٣	٧ ٠٠	٠٠ ٠٠	٧١ ١٧	١٢ ٠٠
٢٨ ٢٠	٧ ٢٨	٦ ٤٥	٢ ٢٩	٦٧ ٣٢	١١ ٤٥
٢٧ ٥١	١١ ١٣	٦ ٣٠	٤ ٥٤	٦٣ ٤٧	١١ ٣٠
٢٧ ١٠	١٤ ٥٨	٦ ١٥	٧ ١٥	٦٠ ٠٢	١١ ١٥
٢٦ ١٨	١٨ ٤٣	٦ ٠٠	٩ ٣١	٥٦ ١٧	١١ ٠٠
٢٥ ١٧	٢٢ ٢٨	٥ ٤٥	١١ ٤٣	٥٢ ٣٢	١٠ ٤٥
٢٤ ٠٤	٢٦ ١٣	٥ ٣٠	١٣ ٥٠	٤٨ ٤٧	١٠ ٣٠
٢٢ ٤٢	٢٩ ٥٨	٥ ١٥	١٥ ٥١	٤٥ ٠٢	١٠ ١٥
٢١ ١٢	٣٣ ٤٣	٥ ٠٠	١٧ ٤٥	٤١ ١٧	١٠ ٠٠
١٩ ٢٣	٣٧ ٢٨	٤ ٤٥	١٩ ٣٢	٣٧ ٣٢	٩ ٤٥
١٧ ٤٧	٤١ ١٣	٤ ٣٠	٢١ ١١	٣٣ ٤٧	٩ ٣٠
١٥ ٥٣	٤٤ ٥٨	٤ ١٥	٢٢ ٤١	٣٠ ٠٢	٩ ١٥
١٣ ٥٢	٤٨ ٤٣	٤ ٠٠	٢٤ ٠٣	٢٦ ١٧	٩ ٠٠
١١ ٤٥	٥٢ ٢٨	٣ ٤٥	٢٥ ١٦	٢٢ ٣٢	٨ ٤٥
٩ ٢٤	٥٦ ١٣	٣ ٣٠	٢٦ ١٨	١٨ ٤٧	٨ ٣٠
٧ ١٨	٥٩ ٥٨	٣ ١٥	٢٧ ١٠	١٥ ٠٢	٨ ١٥
٤ ٥٧	٦٣ ٤٣	٣ ٠٠	٢٧ ٥١	١١ ١٧	٨ ٠٠
٢ ٢٣	٦٧ ٢٨	٢ ٤٥	٢٨ ٢٠	٧ ٣٢	٧ ٤٥
٠ ٠٢	٧١ ١٣	٢ ٣٠	٢٨ ٣٨	٣ ٤٧	٧ ٣٠
٠ ٠٠	٧١ ١٧	٢ ٢٩	٢٨ ٤٤	٠ ٠٢	٧ ١٥
٠			١٩ ٣٠	العصر الاول	
٢٣ ١٤	جهة القبلة		١٤ ٢٩	العصر الثاني	

جدول غرة (١٥)

درجة الشمس (١) الجدى أو ٣٠ القوس في ١٠ كانون الاول

عرض البلد = ٤١° ونصف مدة النهار ٦٧° ٥٠' = ٣١° ٤٥'

ميل الشمس الجنوبي = ٣٠° ٢٧' ٢٣" وتنام ميل الشمس ٣٠° ٢٢' ٦٦"

غاية الارتفاع = ٣٠° ٢٢' ٢٥"

قبل الزوال			بعد الزوال		
ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات	ارتفاع الشمس	زوايا الساعات	ساعات
٢٥° ٢٨'	٣° ٢٥'	٧ ١٥	٠° ٠٠'	٦٧° ٥٠'	١٢ ٠٠
٢٥ ١٢	٧ ١٠	٧ ٠٠	٢ ٢٢	٦٤ ٠٥	١١ ٤٥
٢٤ ٤٥	١٠ ٥٥	٦ ٤٥	٤ ٤٠	٦٠ ٢٠	١١ ٣٠
٢٤ ٠٨	١٤ ٤٠	٦ ٣٠	٦ ٥٤	٥٦ ٣٥	١١ ١٥
٢٣ ١٩	١٨ ٢٥	٦ ١٥	٩ ٠٣	٥٢ ٥٠	١١ ٠٠
٢٢ ٢١	٢٢ ١٠	٦ ٠٠	١١ ٠٥	٤٩ ٠٥	١٠ ٤٥
٢١ ١٣	٢٥ ٥٥	٥ ٤٥	١٣ ٠٢	٤٥ ٢٠	١٠ ٣٠
١٩ ٥٥	٢٩ ٤٠	٥ ٣٠	١٤ ٥٢	٤١ ٣٥	١٠ ١٥
١٨ ٢٩	٢٣ ٢٥	٥ ١٥	١٦ ٣٥	٣٧ ٥٠	١٠ ٠٠
١٦ ٥٤	٢٧ ١٠	٥ ٠٠	١٨ ١١	٣٤ ٠٥	٩ ٤٥
١٥ ١١	٤٠ ٥٥	٤ ٤٥	١٩ ٢٩	٣٠ ٢٠	٩ ٣٠
١٣ ٢٢	٤٤ ٤٠	٤ ٣٠	٢٠ ٥٨	٢٦ ٣٥	٩ ١٥
١١ ٢٧	٤٨ ٢٥	٤ ١٥	٢٢ ٠٨	٢٢ ٥٠	٩ ٠٠
٩ ٢٦	٥٢ ١٠	٤ ٠٠	٢٣ ٠٨	١٩ ٠٥	٨ ٤٥
٧ ١٨	٥٥ ٥٥	٣ ٤٥	٢٣ ٥٨	١٥ ٢٠	٨ ٣٠
٥ ٠٤	٥٩ ٤٠	٣ ٣٠	٢٤ ٣٧	١١ ٣٥	٨ ١٥
٢ ٤٦	٦٣ ٢٥	٣ ١٥	٢٥ ٠٧	٧ ٥٠	٨ ٠٠
٠ ٢٦	٦٧ ١٠	٣ ٠٠	٢٥ ٢٥	٤ ٠٥	٧ ٤٥
٠ ٠٠	٦٧ ٥٠	٢ ٥٧	٢٥ ٣١	٠ ٢٠	٧ ٣٠
١٨ ٤٧	جهة القبلة		١٧ ٥٥	العصر الاول	
			١٣ ٤٤	العصر الثاني	

جدول نمرة (١٦)

يشتغل على غاية ارتفاعات نقط تلاقي خطوط الساعات بنصف النهار

الساعات			النقصان من وقت الغروب		نصف مدة النهار		نصف فصلة اليوم		ميل الشمس			غاية الارتفاع		
س	د	ث	س	د	دقيقة	درجة	س	د	س	د	ث	س	د	ث
٤	٤٥		٧	١٥	٤٥	١٠٨	١٨	٤٥	٢٠	١٧	٢٥	٦٩	١٧	٢٥
٥	٠٠		٧	٠٠	٠٠	١٠٥	١٥	٠٠	١٦	٢٤	٤٨	٦٥	٢٤	٤٨
٥	١٥		٦	٤٥	١٥	١٠١	١١	١٥	١٢	٢٨	٥٥	٦١	٢٨	٥٥
٥	٣٠		٦	٣٠	٣٠	٩٧	٠٧	٣٠	٠٨	٣٢	٢٥	٥٧	٣٢	٢٥
٥	٤٥		٦	١٥	٤٥	٩٢	٠٣	٤٥	٠٤	١٨	١٠	٥٢	١٨	١٠
٦	٠٠		٦	٠٠	٠٠	٩٠	٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٠٠	٤٩	٠٠	٠٠
٦	١٥		٥	٤٥	١٥	٨٦	٠٣	٤٥	٠٤	١٨	١٠	٤٤	٤١	٥٠
٦	٣٠		٥	٣٠	٣٠	٨٢	٠٧	٣٠	٠٨	٣٢	٢٥	٤٠	٢٧	٢٥
٦	٤٥		٥	١٥	٤٥	٧٨	١١	١٥	١٢	٢٨	٥٥	٣٦	٢١	٠٥
٧	٠٠		٥	٠٠	٠٠	٧٥	١٥	٠٠	١٦	٢٤	٤٨	٣٢	٢٥	١٢
٧	١٥		٤	٤٥	١٥	٧١	١٨	٤٥	٢٠	١٧	٢٥	٢٨	٤٢	٢٥

جدول نمرة (١٧)

يشتمل على ما يلزم لرسم تقاسيم البروج من ثلاث الى ثلاث درجات على حرف بسيطة

اليد لعرض ٤١

أى غايات الارتفاعات لدرجات البروج من ثلاثة الى ثلاثة أيام

درجات البروج			غايات الارتفاعات الشمالية			درجات البروج			غايات الارتفاعات الجنوبية		
الحورا	السرطان	ثابه	دقيقة	درجه	الحوت	الميزان	ثابه	دقيقة	درجه	الجدي	الحوت
٣٠	اشدء	٣٠	٢٧	٧٢	٢٧	٣	٣٠	٤٨	٤٧	٢٧	٢٧
٢٧	٣	٢٧	٢٥	٧٢	٢٤	٦	٢٥	٤٧	٤٦	٢٤	٢٤
٢٤	٦	٢٠	١٩	٧٢	٢١	٩	٢٠	٢٦	٤٥	٢١	٢١
٢١	٩	١٠	٩	٧٢	١٨	١٢	١٠	١٥	٤٤	١٨	١٨
١٨	١٢	١٠	٥٥	٧١	١٥	١٥	١٠	٥	٤٣	١٥	١٥
١٥	١٥	١٠	٣٧	٧١	١٢	١٨	١٠	٥٦	٤١	١٢	١٢
١٢	١٨	١٠	١٥	٧١	٩	٢١	١٠	٤٨	٤٠	٩	٩
٩	٢١	١٠	٤٩	٧٠	٦	٢٤	١٠	٤١	٣٩	٦	٦
٦	٢٤	٣٥	١٩	٧٠	٣	٢٧	٣٥	٣٥	٣٨	٣	٣
٣	٢٧	٣٣	٤٦	٦٩	اشدء	٣٠	٣٠	٣٢	٣٧	اشدء	اشدء
اشدء	الاسد	٣٠	١٠	٦٩	المحل	الغرب	٣٠	٢٢	٣٦	٣٠	٣٠
٢٧	٣	١٠	٣٠	٦٨	٢٧	٣	٢٧	٢٩	٣٥	٢٧	٢٧
٢٤	٦	١٠	٤٧	٦٧	٢٤	٦	٢٤	٢٨	٣٤	٢٤	٢٤
٢١	٩	١٠	١	٦٧	٢١	٩	٢١	٢٩	٣٣	٢١	٢١
١٨	١٢	٣٠	١٢	٦٦	١٨	١٢	١٨	٣٢	٣٢	١٨	١٨
١٥	١٥	١٠	٢١	٦٥	١٥	١٥	١٥	٣٩	٣١	١٥	١٥
١٢	١٨	١٠	٢٧	٦٤	١٢	١٨	١٠	٤٧	٣٠	١٢	١٢
٩	٢١	٣٠	٣٠	٦٣	٩	٢١	٣٠	٥٩	٢٠	٩	٩
٦	٢٤	١٠	٣٢	٦٢	٦	٢٤	١٠	١٣	٢٠	٦	٦
٣	٢٧	١٠	٣١	٦١	٣	٢٧	١٠	٣٠	٢٩	٣	٣
اشدء	٣٠	٣٠	٢٧	٦٠	اشدء	٣٠	٣٠	٥٠	٢٨	اشدء	اشدء
المحل	السبله	٣٠	٢٧	٥٩	الجدي	القوس	٣٠	١٣	٢٨	٣٠	٣٠
٢٧	٣	١٠	٢٥	٥٨	٢٧	٣	٢٧	٤٠	٢٧	٢٧	٢٧
٢٤	٦	١٠	١٩	٥٧	٢٤	٦	٢٤	١١	٢٦	٢٤	٢٤
٢١	٩	١٠	١٢	٥٦	٢١	٩	٢١	٤٥	٢٦	٢١	٢١
١٨	١٢	١٠	٤	٥٥	١٨	١٢	١٨	٣٣	٢٦	١٨	١٨
١٥	١٥	١٠	٥٥	٥٤	١٥	١٥	١٥	٥	٢٥	١٥	١٥
١٢	١٨	١٠	٤٥	٥٣	١٢	١٨	١٠	٣٤	٢٥	١٢	١٢
٩	٢١	١٠	٣٤	٥٢	٩	٢١	١٠	٥١	٢٥	٩	٩
٦	٢٤	١٠	٢٣	٥١	٦	٢٤	١٠	٤٠	٢٥	٦	٦
٣	٢٧	١٠	١١	٥٠	٣	٢٧	١٠	٣٤	٢٥	٣	٣
اشدء	٣٠	١٠	٠٠	٤٩	اشدء	٣٠	٣٠	٢٢	٢٥	اشدء	اشدء

جدول غمرة (١٨)

يشتمل على ما يلزم لرسم تقاسيم الشهور من ثلاثة الى ثلاثة أيام على حرف بسيطة البدر عرض ٤١°
 أي غابات ارتفاعات الشهور من ثلاثة الى ثلاثة أيام

غابات	ج	ب	غابات	ج	ب	غابات	ج	ب	غابات	ج	ب	غابات	ج	ب	غابات	ج	ب
٧٢ ٢٠	٢	٢	٤٧ ٠٥	٢	٢	٢٥ ٤٢	٢	٢	٥١ ٥١	٢	٢	٧٢ ٢٧	٩	٩	٧٢ ٢٥	١٢	١٢
٧٢ ٢٥	٦	٦	٤٩ ١٦	٦	٦	٢٥ ٢٥	٦	٦	٥٠ ٤١	٦	٦	٧٢ ٢٠	١٥	١٥	٧٢ ٢٠	١٥	١٥
٧٢ ٢٧	٩	٩	٤٩ ٢٦	٩	٩	٢٥ ٢٢	٩	٩	٤٩ ٢١	٩	٩	٧٢ ١٠	١٨	١٨	٧٢ ١٠	١٨	١٨
			٥٠ ٢٧	١٢	١٢	٢٥ ٢٢	٩	٩	٤٨ ٢٢	١٢	١٢	٧٢ ١٠	١٨	١٨	٧١ ٥٧	٢١	٢١
			٥١ ٤٧	١٥	١٥	٢٥ ٢٥	١٢	١٢	٤٧ ١١	١٥	١٥	٧١ ٤٠	٢٤	٢٤	٧١ ٤٠	٢٤	٢٤
			٥٢ ٥٨	١٨	١٨	٢٥ ٤١	١٥	١٥	٤٦ ٠١	١٨	١٨	٧١ ١٩	٢٧	٢٧	٧١ ١٩	٢٧	٢٧
			٥٤ ٠٧	٢١	٢١	٢٥ ٥٢	١٨	١٨	٤٤ ٥١	٢١	٢١	٧٠ ٥٥	٣٠	٣٠	٧٠ ٥٥	٣٠	٣٠
			٥٥ ١٦	٢٤	٢٤	٢٦ ٠٢	٢١	٢١	٤٣ ٤٢	٢٤	٢٤						
			٥٦ ٢٢	٢٧	٢٧	٢٦ ٢٠	٢٤	٢٤	٤٢ ٢٢	٢٧	٢٧						
			٥٧ ٥٢	٣١	٣١	٢٦ ٤٢	٢٧	٢٧	٤١ ٢٥	٣٠	٣٠						
						٢٧ ١٧	٣١	٣١									
			٥٨ ٥٦	٣	٣	٢٧ ٤٧	٣	٣	٤٠ ١٨	٣	٣	٧٠ ٢٨	٣	٣	٧٠ ٢٨	٣	٣
			٦٠ ٠٠	٦	٦	٢٨ ٢٢	٦	٦	٤٩ ١٢	٦	٦	٦٩ ٥٨	٦	٦	٦٩ ٥٨	٦	٦
			٦١ ٠١	٩	٩	٢٩ ٠٠	٩	٩	٢٨ ٠٧	٩	٩	٦٩ ٢٤	٩	٩	٦٩ ٢٤	٩	٩
			٦٢ ٠١	١٢	١٢	٢٩ ٤١	١٢	١٢	٢٧ ٠٤	١٢	١٢	٦٨ ٢٧	١٢	١٢	٦٨ ٢٧	١٢	١٢
			٦٢ ٥٩	١٥	١٥	٣٠ ٢٥	١٥	١٥	٢٦ ٠٢	١٥	١٥	٦٨ ٠٨	١٥	١٥	٦٨ ٠٨	١٥	١٥
			٦٣ ٥٥	١٨	١٨	٣١ ١٣	١٨	١٨	٢٥ ٠٣	١٨	١٨	٦٧ ٢٥	١٨	١٨	٦٧ ٢٥	١٨	١٨
			٦٤ ٤٩	٢١	٢١	٣٢ ٠٤	٢١	٢١	٢٤ ٠٥	٢١	٢١	٦٦ ٤٠	٢١	٢١	٦٦ ٤٠	٢١	٢١
			٦٥ ٤٠	٢٤	٢٤	٣٢ ٥٧	٢٤	٢٤	٢٣ ٠٩	٢٤	٢٤	٦٥ ٥٢	٢٤	٢٤	٦٥ ٥٢	٢٤	٢٤
			٦٦ ٢٩	٢٧	٢٧	٣٣ ٥٢	٢٧	٢٧	٢٢ ١٦	٢٧	٢٧	٦٥ ٠١	٢٧	٢٧	٦٥ ٠١	٢٧	٢٧
			٦٧ ١٥	٣٠	٣٠	٣٥ ١٠	٣١	٣١	٢١ ٠٩	٣١	٣١	٦٣ ٥١	٣١	٣١	٦٣ ٥١	٣١	٣١
			٦٧ ٥٩	٣	٣	٣٦ ١٠	٣	٣	٢٠ ٢٢	٣	٣	٦٢ ٥٥	٣	٣	٦٢ ٥٥	٣	٣
			٦٨ ٢٩	٦	٦	٣٧ ١٢	٦	٦	٢٩ ٢٨	٦	٦	٦١ ٥٨	٦	٦	٦١ ٥٨	٦	٦
			٦٩ ١٧	٩	٩	٣٨ ١٧	٩	٩	٢٨ ٥٨	٩	٩	٦٠ ٥٨	٩	٩	٦٠ ٥٨	٩	٩
			٦٩ ٥١	١٢	١٢	٣٩ ٢٢	١٢	١٢	٢٨ ٢٠	١٢	١٢	٥٩ ٥٧	١٢	١٢	٥٩ ٥٧	١٢	١٢
			٧٠ ٢٣	١٥	١٥	٤٠ ٢٩	١٥	١٥	٢٧ ٤٦	١٥	١٥	٥٨ ٥٤	١٥	١٥	٥٨ ٥٤	١٥	١٥
			٧٠ ٥١	١٨	١٨	٤١ ٣٧	١٨	١٨	٢٧ ١٦	١٨	١٨	٥٧ ٥٠	١٨	١٨	٥٧ ٥٠	١٨	١٨
			٧١ ١٥	٢١	٢١	٤٢ ٤٦	٢١	٢١	٢٦ ٤٩	٢١	٢١	٥٦ ٤٥	٢١	٢١	٥٦ ٤٥	٢١	٢١
			٧١ ٢٦	٢٤	٢٤	٤٣ ٢٠	٢٤	٢٤	٢٦ ٢٦	٢٤	٢٤	٥٥ ٢٩	٢٤	٢٤	٥٥ ٢٩	٢٤	٢٤
			٧١ ٥٤	٢٧	٢٧	٤٥ ٠٧	٢٧	٢٧	٢٦ ٠٧	٢٧	٢٧	٥٤ ٢١	٢٧	٢٧	٥٤ ٢١	٢٧	٢٧
			٧٢ ١٩	٣١	٣١	٤٥ ٥٤	٢٩	٢٩	٢٥ ٥٢	٣٠	٣٠	٥٣ ٠٠	٣١	٣١	٥٣ ٠٠	٣١	٣١

(١٩)

جدول العصر الاول الآفاق

ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع		ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع	
درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة	درجة	دقيقة
٠٠	٠٠	٢٣	٢٥	٢٣	٠٠	٠٠	٠٠
١	٢	٢٤	٤٥	٢٤	١	٥	١
٢	٧	٢٥	٧	٢٥	٢	٥	٢
٣	٢٢	٢٦	٢٥	٢٦	٣	٥	٣
٤	٢٧	٢٧	٥	٢٧	٤	١٧	٤
٦	٢	٢٨	٢٨	٢٨	٥	٢٧	٥
٧	٢٥	٢٩	١٢	٢٩	٦	٤٠	٦
٩	١٥	٣٠	٤٧	٣٠	٧	٥٧	٧
١١	٢	٣١	٢٥	٣١	٩	١٧	٨
١٢	٢	٣٢	٠٠	٣٢	١٠	٢٨	٩
١٥	١٢	٣٣	٤٠	٣٣	١٢	٥	١٠
١٧	٢٧	٣٤	١٥	٣٤	١٣	٢٢	١١
٢٠	١٨	٣٥	٤٦	٣٥	١٥	٧	١٢
٢٢	١٢	٣٦	٢٥	٣٦	١٦	٤٢	١٣
٢٦	٢٧	٣٧	٥٤	٣٧	١٨	٢٢	١٤
٣٠	٠٠	٣٨	٢٨	٣٨	٢٠	٥	١٥
٣٢	٥٥	٣٩	٤٦	٣٩	٢١	٥٥	١٦
٣٨	١٢	٤٠	٨	٤٠	٢٣	٤٥	١٧
٤٢	٥٢	٤١	٢٥	٤١	٢٥	٤٥	١٨
٤٧	٥٥	٤٢	٤٣	٤٢	٢٧	٤٥	١٩
٥٢	١٢	٤٣	٥٥	٤٣	٢٩	٤٥	٢٠
٥٨	٤٩	٤٤	٥٥	٤٤	٣١	٥٥	٢١
٦٤	٣٥	٤٥	٠٠	٤٥	٣٤	٧	٢٢
٧٠	٢٨						
٧٦	١٠						
٨١	٤٧						
٨٧	٥						

(٢٠)

جدول العصر الثاني الآفاق

ارتفاع الشمس		غايات الارتفاع	
درجة	دقيقة	درجة	دقيقة
٠٠	٠٠	٠٠	٠٠
١	٢	١	٢
٢	٧	٢	٧
٣	٢٢	٣	٢٢
٤	٢٧	٤	٢٧
٦	٢	٥	٢
٧	٢٥	٦	٢٥
٩	١٥	٧	١٥
١١	٢	٨	٢
١٢	٢	٩	٢
١٥	١٢	١٠	١٢
١٧	٢٧	١١	٢٧
٢٠	١٨	١٢	١٨
٢٢	١٢	١٣	١٢
٢٦	٢٧	١٤	٢٧
٣٠	٠٠	١٥	٠٠
٣٢	٥٥	١٦	٥٥
٣٨	١٢	١٧	١٢
٤٢	٥٢	١٨	٥٢
٤٧	٥٥	١٩	٥٥
٥٢	١٢	٢٠	١٢
٥٨	٤٩	٢١	٤٩
٦٤	٣٥	٢٢	٣٥
٧٠	٢٨	٢٣	٢٨
٧٦	١٠	٢٤	١٠
٨١	٤٧	٢٥	٤٧
٨٧	٥	٢٦	٥

وإلى هنا وقف بنا جواد اليراع في تعريب هذا الكتاب
 الذي جاء قرة للعيون وسرورا للقلب الشهي المحزون
 والحمد لله أولا وآخرا باطنا وظاهرا وأفضل
 الصلاة وأتم التسليم على سيدنا
 ومولانا محمد الرؤف الرحيم
 وعلى آله وصحبه ملاح
 برغمنا وفاح
 منك
 ختام



(بسم الله الرحمن الرحيم)

(يقول خدام تصحيح العلوم بدار الطباعة العامرة بيولاقي مصر القاهرة الفقير
الى الله تعالى محمد الحسين اعانه الله على اداء واجبه الكفائي والعيني)

يا من أدار الافلاك بقدرته ودير الاملاك بحكمته (فحمدك) على ما أطلعت في
مطالع نفوسنا من طوابع معرفتك ونشكرك على ما أشرقت في سماء عقولنا من
شوايق حكمتك (ونصلي ونسلم) على قطب فلك الجلال ومركز مدار الجلال
سيدنا ومولانا محمد النبي ختم به الرسالة وهديت به من الضلالة وعلى آله
نجوم الهدى وصحبه رجوم العدا (اما بعد) فان الله سبحانه لما أتقن وضع العالم
على أحكم أساس وأبدع شكل النسبة الفلكية ونظم الهيئة العلوية السماوية
على أنخفض وضع وأدق هنداس وأحكم ربط العالم السفلي كليته وجزئياته جلاليته
وخصيائه بالعالم العلوي من افلاكه وكواكبه في جميع اوضاعه وحركاته وسكناته
وجعله مدبره ومؤثرا فيه ومبرزا لغامضه وخافيه فسبحانه من اله تهجز سوابق
التفهوم عن ادراك غوامض إحكامه وتقف منسيرات العقول عند فوافذ أقداره
وأحكامه أطلع من فضله خواص عبادته على هذا الوضع البديع وأفاض على
عقولهم من علوم هذه الاسرار ولطائف دقائق هذا الصنيع ما اطلعوا به على ظواهر
هذا العالم السفلي وبواطنه وتمكنوا من اتقان أوضاعه وبث جلاليته وبراز كوامنه
فعرفوا من نسبة الافلاك وحركات كواكبها البادية والخفية على نقط مناطقها
ودوائرها ما يحتاج الى معرفته من أحوال الكرة الارضية وما يتوصل به الناس الى
اصلاح شؤونهم الدنيوية والاخرية وألف العلماء النضلاء في ذلك التأليف الجمة
وشعروا ساعد الاجتهاد والهمة وأحسنوا التصانيف والارصاد والاوزاع وأتقنوا
فيه الازياج والاسطرلابات والبسائط والارباع فورد الناس من فن الميقات المورث
العذب النخيل وانتهل من صافي مناهله كل كبير وصغير حتى ضرب الجميع من
ذلك بعطن واتفقوا به في صك كل اقليم ووطن وعن أحرز قصب السبق في هذا
المضمار وفاق كل مبارزه فيه وظهر فضله ظهور الشمس في رابعة النهار الرياضي
الذي لا يشق له غبار والاسناد الذي له اليد الطولى وبجمل الآثار ذو الدولة
الغازي أحمد باشا مختار ادام الله طلعته وأزهر ثيابه فقد ألف هذا الكتاب الجليل

الحافل الذي هو يجمع أشات هذا الفن ورقائقه كمثل نظم به الانجم الزهر عقودا
وتشر به لطائف الطرف أعلاما وبنودا وذر في كنوزه من طرائف التحف غرائب
بجة وأحز في حصونه من تنانيس الضب عجائب مهمة إلا أنه أفرغه في قالب اللغة
التركية . فمجز عن الوصول اليه مع شدة الشوق الى الحصول عليه أهل العربية
فانتفض الى تعرييه وفتح كنوزه واظهار اسرار تراكيبه الهمام الذي لا يجاريه بحار
في هذا الميدان والشهم النبيل المثق عليه بكل لسان الطين اللبيب والقطن
الاريب ذو القدر المهيب والخلق الحسن ' حضرة شقيق بك منصور يكن قترجه
حفظه الله وأظهر من محاسنه وكشف بحفه المصون وابرز طائره الميمون من مكانه
فجاء بحمد الله جامعاً بين دقة المعنى من الاصل ورقة المبني من الفرع يهيم بعرائسه
الفكر ويغارب بتفائسه السمع

كأنما هو تاج الملك كاله * بأجمع الدرأ بهي بارع صنع
وشرع في طبع هذا التعريب بعد طبع أصله البديع الغريب بالمطبعة العامرة
بيولاقي مصر القاهرة الى أن انتهى طبعه على ذمة حضرة مترجمه ومكثر نفعه
ومهمه فبرز بحول الله بديه بحسن مثاله على أمثاله معجبا برشاقتة وبديع بحاله
متبرجا بلطف شكله بين أشكاله يهيج الناظر بهأوه ويسر الخاطر رواؤه في ظل
الحضرة الفخيمة الخديوية وعهد الطلعة المهيبة البهية التوفيقية حضرة المليك
الاکرم والداوري الانظم

همام كسا الدنيا غلايل بهجة * فأيامه غر وأنجمه زهر
ملك كساه الفضل آتمن حلة * وآلاؤه من دونها يصغر البحر
له هم يربو على العذ حدها * وأصغر صفراها يقل لها الدهر
وارث الملوک الاما جید وسلالة السراة الصناديد عزيز الديار المصرية . وحامي حى
حوزتها النبيلة الذي ألبس مصر حلة الثروة والاقتدار واقضيه هذا العصر على
سائر الاعصار ذو الفضل العميم والفخر الجلي أفندينا محمد توفيق بن اسماعيل بن
ابراهيم بن محمد علي أدام الله أيامه ووالى علينا انعامه مهناً بالبال بأشباله مسرور
الفؤاد بانجالة خصوصاً أكبر أنجاله الشهم الهمام وولى عهد البدر القام
ملحوظاً هذا الطبع الطريف بنظر من عليه حسن مساعيه بلسان الصدق يثنى
جناب وكيل الاشغال الادبية بهذه المطبعة البهية محمد بك حنفى ووافق تمام طبعه

وكمال ازهاره وبتعه أوائل شهر رمضان المعظم سنة ١٣٠٦ ألف وثلثمائة وست من
هجرة النبي الأكرم والرسول الأعظم سيدنا ومولانا محمد خاتم الرسل الكرام عليه
وعلى آله وصحبه أفضل الصلوات والسلام كلما ذكره الذاكرون وحفل عن ذكره
الغافلون ولما لاح من مشرق القام بدره وفاح في نادى الكمال عبيره وتشره انطلق
بقرظه مؤرخا عام طبعه أدهم اليراع بجايروق الاسماع فقال

روض بدا فيه هلال * أم شادن حسن الدلال
خضر بهز قوامه * لانا فيزرى بالعوال
يخطو ويخطر في الربا * والورد في خديه حال
أبدى قسى حواجب * سمرا مفسوقة النبال
ورى فؤاد مشوقه * وبصارم الالتا مال
وسملا على عشاقه * ولب ذى الانواق مال
سفرت لدينا شمسه * فلالنا فيه المقال
بل أسطر تطمت نعيم من الدر في أبهى مثال
وكانها النفقات في * عقلمن السحر الحلال
جمل ترفع ذا النهى * ذات اليمين وذا الشمال
سفر يقرب لطفه البعض البعيدات المنال
يستترل العصم النيرة من ذرى القنز العوال
ويذل الصعب الثمو * من على عباير الرجال
أهدى البنا أنص الشميقات والحكم الفوال
وجلالنا منه الحسا * نعيم في حلل اخیال
وحسلا به الطبع الجميل وراق منه الزلال
وبدت محاسنه ولا * ح بافقه بدر الكمال
واذ استتم بهلوه * وسما به أوج الجلال
أرخته طبع الريا * ض كله زاهى الجمال

٨١ ١٠٤٢ ٥٥ ٢٣ ١٠٥

سنة ١٣٠٦

وكتب أيضا بديع هذا الزمان وناقة هذا الآن
الاديب الماهر والبارع الباهر العلامة الشيخ طه محمود قطارية
أحد فضلاء المحققين بدار الطباعة الميرية فقال

ماراح في طلب الهامد أو غدا من كان فرصته عشه أو غدا
صكلا ولا سبل المعالي اجتازها كف بغدا تبتنه وأغدا
هيأت أن يرقى لجسد ذروة . الا فنى هجر التصابي والندا
واقتك من عقل الجهالة عقله ودعا الى النهج القويم وأرشدا
نهج الآلى صكات نبوة آدم عن مثلهم خبرا وكانوا المبتدا
وهم ليالى الدهر كانت كلها أيضا ووجه الضد فيهم أسودا
وقفوا على طلب العلوم حياتهم لما رأوا ذا العلم حيا مخلدا
لولا الذى شادوه من أركانه لم تلف رصتنا للعلوم مشيدا
فاهجر كما هجروا الكرى وانسج على منوالهم فهم أئمة الاقتدا
وارصد بعينهم التى رصدوا بها جعلوا لها نفع البرية أئمة
أوما ترى ما اختاره مختارهم هذا الوزير حليف شرعة أحمدا
الا وحده المولى الهمام أخوانا والرأى والسهم الذى قد سدا
أكرم به صدرا تستدربالتقى وبغزوه المشهور أصبح سيدا
قد اودع الميقات مسفرا مسفرا عن كونه فى صكل جمع مفردا
جادت يداه به رياضاً جادها صوب الصواب وساطها نطب الهدى
سعت فغزبها وقزبها لنا شهم شفيق القلب أكرم محمدا
وهو الأمير ابن الأمير وصهر من أخفى بتوفيق الاله مؤيدا
الداورى عزيز مصر مليصكنا حلى ذمار الحق مبذول الندى
فأرصد على تيك الرياض فانها بالتعبير توسع من يد لها اليد
وارصد بطلعها السعود بجبهها واعمد بذابجها الى نحر العدا
جأت البسك بطبعها فقتال فى ثوب الكمال فمكن لها متوندا
واشكر لمن أسدى الجليل مؤزنا طبع الرياض كاته صبح با

وكتب أيضا ذو القدر المنيف الامي الاديب اللطيف الجاذب برقائقه لب كل مشوق حضرة حفي أفتدى ناصف مدرس الانشاء بمدرسة الحقوق فقال

للعلم في عصر العزير شروق
في كل يوم من حلاه رونق
تسابق الأفكار في أيامه
تجد المعارف في وريف ظلاله
أوما ترى التصنيف أصنافا وفي
لا تحصر الآلاف تأليفات من
وربما تختار الفوائد بينها
سفر بآيات المحاسن مسفر
تختال فيها في سطور طروسه
من كل شاردة يطيب لقيدها
شرح المزاويل للمزاويل فأنتهى
وغريب أبحاث الفرويات لم
أبدى بالأسطرلاب والرعين ما
نقشته أفلام الوزير وكم لها
مختارنا الغازي الذي لطباء في
قد باين القلم الحسام فشأنه
إن جال بتد فالتجسس مفسرق
عرف الملوك مكانه فجميعهم
أهدته براين نشان تجملته
وتحيت تلك الممانى برهنة
ثم ازدهت بعبارة عريضة
المدرسة الاسرار وهي خفية
والفائض الأبحاث وهي شوارد
تجبه دوحه سودد أغصانها
من ضمه نسب الخديو فانه
جسد الطلاب الى الكمال فانه
وتأيدت بالعلم راية عزه
قد ألبس انمريب ثوب طلاوة
وأجاد في تم ذيسه وسما به
تنشيد الارواح في تاريخه

سلاطنة

يزهو لقابس نوره و يروق
يبدو ودر فوائد منسوق
فيفوز سابقهن والمسجوق
منه هدى ويحومها التوفيق
إحصائه ذرع الحساب بضيق
عشقوا العلوم وهل يمل مشوق
علم له في الخافقين حقوق
ومحزر عذب الصكلام رقيق
غمر القنون يزينا التحقيق
شهد الحقون ويعذب التاريخ
بكلامه التعبير والتفسيق
يسبق اليه وقد يعز لحوق
سبقت اليه العرب والاغريق
في حر أعناق العلوم حقوق
هام العدا التغريب والتشريق
جمع وهذا شأنه التفسير
أو قال مستد فالفتوق رونق
لشهود آثار الوزير رونق
ورعته مصر وهككة وفروق
عنا وما كذا الفوائد يطيق
قد ماغها علم الكمال شفيق
ومبين وجه الحق وهو دقيق
والفائض الترجيح وهو عريق
كل بعنصره الصكريم ورقيق
لاريب في الشرف الانيل عريق
والجسد للمجد الطريف طريق
والعلم ان عز الضريق رقيق
فبدا وشكل الحسن فيه أتيق
طبع صككها مار التسم رقيق
في الحلى ياطمع الرياض تفوق

« كسب تأليف المترجم موجوده عند أمين افندي هندية الكتيبي بالوسكي »

عدد الاقراء

- | | | |
|----|-------|--|
| ١ | | تطبيق الرياضيات على القوانين (باللغة الفرنسية) |
| ١ | | حساب التفاضل والتكامل |
| ١ | | مختصر علم الحساب |
| ١ | | مختصر علم الجبر |
| ٤ | | الدروس الحسابية (*) |
| ٢ | | الدروس الهندسية (*) |
| ٣ | | الدروس الجبرية (*) |
| ٢ | | الدروس القسمةرافية (*) |
| ١٠ | | ترجمة تاريخ الجبرقي الى اللغة الفرنسية بمشاركة بعض الافاضل |

١

.

(*) قررت نظارة المعارف العمومية تدريس هذه الكتب بالمدارس الاميرية

!

